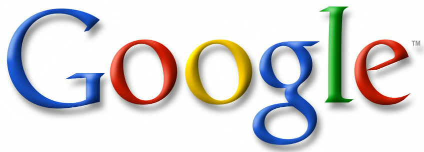


ANNALES

DES

SCIENCES NATURELLES

SIXIÈME SÉRIE

BOTANIQUE

Imprimeries réunies, A, rue Mignon, 2, Paris

ANNALES

DES

SCIENCES NATURELLES

SIXIÈME SÉRIE

BOTANIQUE

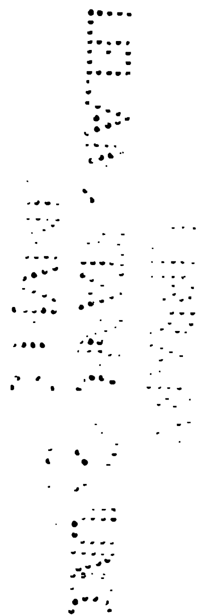
COMPRENANT

L'ANATOMIE, LA PHYSIOLOGIE, LA CLASSIFICATION
DES VÉGÉTAUX VIVANTS ET FOSSILES

PUBLIÉES SOUS LA DIRECTION DE

M. PH. VAN TIEGHEM

TOME XVI



PARIS
G. MASSON, ÉDITEUR
LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
Boulevard Saint-Germain, en face de l'École de médecine
1883

ÉTUDE COMPARÉE

DES TIGES AÉRIENNES ET SOUTERRAINES

DES DICOTYLÉDONES

Par M. J. COSTANTIN.

INTRODUCTION.

Je me suis proposé d'étudier, dans le présent travail, la structure anatomique des tiges souterraines des Dicotylédones. J'ai cherché à isoler les causes qui, en se combinant entre elles, produisent entre les tiges aériennes et les tiges souterraines de la même plante les différences si profondes qu'on y trouve. Ces dissemblances sont souvent assez grandes pour que deux tiges aériennes d'espèces voisines diffèrent beaucoup moins entre elles que la partie aérienne et la partie souterraine d'une même espèce.

Ces différences peuvent tenir à plusieurs causes :

Lorsqu'on fait cet examen comparatif, l'âge des deux tiges considérées n'est souvent pas le même, car la partie enterrée est plus âgée en général ; or, on sait combien une tige se modifie profondément en vieillissant.

En second lieu, les longs rhizomes, qui vivent constamment sous terre, ont un rôle spécial à remplir ; ce sont bien encore des tiges, car ils en ont les caractères externes et internes, mais, dans une tige, une région peut être organisée héréditairement pour des fonctions déterminées.

Enfin, le séjour des plantes sous le sol doit sans doute changer leur structure d'une manière immédiate. La lumière leur manque : elles s'étiolent ; elles sont soustraites au contact de l'air libre : la transpiration s'y modifie ; elles sont soutenues par le sol dans lequel elles se propagent ; leur appareil

de soutien se réduit. En somme, le milieu dans lequel elles vivent influe considérablement sur leur structure.

J'ai cherché d'abord à éliminer l'influence de l'âge et celle de l'hérédité. Dans ce but, j'ai comparé entre elles les tiges de deux plantes de la même espèce, les unes étant maintenues constamment sous le sol et les autres se développant dans l'air. Les espèces soumises à l'expérience étaient sans rhizomes et les comparaisons ont toujours été établies sur des parties de même âge. J'ai pu ainsi déterminer dans quel sens agit le milieu.

Après avoir isolé cette cause, j'ai cherché à retrouver son action dans les plantes qui ont, dans les conditions naturelles, une portion de leur tige enterrée.

Les divisions de ce travail peuvent donc s'établir de la manière suivante :

I. *Historique.*

II. *Étude expérimentale.*

III. *Application des résultats obtenus aux tiges observées dans la nature.*

HISTORIQUE.

Les divisions de ce travail nécessitent des divisions correspondantes dans l'exposé historique; de plus, bien que ce mémoire soit exclusivement anatomique, il me semble nécessaire de rappeler brièvement les études de morphologie externe qui ont été faites sur les rhizomes.

1° *Morphologie externe.* — Linné n'a pas distingué d'organe axile autre que la tige (caudex ascendant) et la racine (caudex descendant); Hedwig (1) même a regardé tous les organes souterrains des plantes comme des racines. La notion de tige souterraine est née plus tard et l'idée de rhizome s'est constituée peu à peu. Grew (2) d'abord, de Candolle (3) ensuite, ont constaté depuis longtemps qu'une tige peut prendre, par un exhaussement accidentel du terrain, un aspect de racine. De Candolle a vu, entre autres, un *Eryngium maritimum* enseveli sous les sables mouvants des côtes, des Saules enterrés par les éboulements du sol dans les Alpes, former des arbres souterrains étranges. Dans certains cas même, selon cet auteur, la tige est toujours souterraine; les Polypodes et les Fougères de nos pays, par exemple, ne sont pas privés de tige, acaules, comme disaient les anciens botanistes, la tige est alors sous le sol et forme une souche horizontale (4). Dutrochet (5) a senti

(1) Hedwig considérait la racine comme le corps de la plante, parce que, dans les herbes vivaces, la tige périt chaque année et que la racine seule conserve la vitalité de l'individu. (De Candolle, *Organographie végétale*, t. I, p. 242 et 349.)

(2) Grew, pl. 5, fig. 4.

(3) *Organographie végétale*, t. I, p. 257.

(4) Lamarck et de Candolle, *Flore française*, 1815, 3e édition, p. 65.

(5) *Mémoires du Muséum*, 1821, p. 425.

la nécessité, ainsi que de Candolle, de distinguer les organes radiciformes des racines elles-mêmes.

A. Saint-Hilaire (1) a défini les rhizomes en disant que ce sont des tiges souterraines. Ces rhizomes ont été classés par ce botaniste en deux catégories. Si l'on examine, par exemple, le *Primula officinalis*, on voit au centre d'un bouquet de feuilles un bourgeon et, à l'aisselle d'une ou de plusieurs feuilles, un pédoncule florifère; lorsque la fleur disparaît, les feuilles se dessèchent et le bourgeon central se développe l'année suivante sous terre. On a, dans ce cas, un rhizome *indéterminé*. Dans l'exemple précédent, les feuilles sont épigées; elles sont souvent hypogées (*Scirpus*). L'*Euphorbia dulcis* offre un développement tout différent; lorsque cette plante est en fleur, il existe à la base de la tige aérienne un bourgeon écailleux souterrain; ce bourgeon se transformera l'année suivante en tige qui se redressera pour venir former une nouvelle tige aérienne, et la tige florifère actuelle mourra. Chaque tige a une existence limitée, c'est par un bourgeon latéral que la plante continue à vivre : le rhizome est alors *déterminé*.

Après cette étude si nette des tiges souterraines, il y a lieu de s'étonner de voir Richard (2) confondre la souche ou le rhizome avec le pivot; en effet, pour cet auteur, la Carotte est une souche et, selon lui, d'une façon générale la souche est séparée de la tige aérienne par le collet.

L'étude du développement était nécessaire pour bien distinguer ce qui appartient à la tige et ce qui appartient à la racine. Decaisne a montré dans le *Beta vulgaris*, par exemple, que la masse renflée appelée Betterave, est formée à la fois par la racine et par la tige. Les tubercules ne sont donc pas toujours caulinaires; M. Irmisch (3), qui s'est beaucoup occupé de la végétation des plantes herbacées, a distingué trois sortes d'organes renflés et souterrains : les tubercules caulinaires

(1) *Morphologie végétale*, 1840, p. 106.

(2) *Éléments de Botanique*, 1846, p. 93.

(3) *Zur Morphologie der Monokotylischen Knollen-und Zwiebelgewächsen* (Sur la morphologie des plantes à tubercules et à bulbes. Berlin, 1850).

(*tuber caulogenum*), les tubercules de nature radicale (*tuber rhizogenum*) et les bulbes (*tuber phyllogenum*).

Germain de Saint-Pierre (1) a donné une classification complète des organes souterrains, racines et rhizomes. Les divisions que donne cet auteur sont trop compliquées pour qu'il soit possible de les exposer en détail, mais ce travail met en évidence différents aspects curieux sous lesquels se présentent ces rhizomes. Ils peuvent être courts, à feuilles radicales, ce sont les souches tronquées ; ou renflés, à écailles non charnues, ce sont les tubercules ; enfin courts, à écailles charnues, ce sont les bulbes. Les rhizomes tuberculeux ont surtout fixé l'attention de cet auteur. La tige peut se renfler en tubercule à sa base ou à son extrémité. Dans le premier cas, cet accroissement se produit avant la floraison, comme dans l'*Alisma Plantago* ; ou bien après la floraison, comme dans l'*Orobus tuberosus*. Dans le second cas, la tubérisation s'opère à l'extrémité d'une branche pénétrant de haut en bas dans la terre, comme dans le *Sagittaria sagittæfolia*, et le *Calystegia sepium*, ou bien se propageant sous le sol, comme dans le *Solanum tuberosum*. Il y a, en somme, à recueillir, dans ce travail, une série de renseignements intéressants sur le développement des tiges souterraines.

Le mot souche a été employé par Germain de Saint-Pierre et par un grand nombre de botanistes descripteurs dans un sens un peu vague, que M. Royer (2) a essayé, dans ces derniers temps, de préciser. Une souche, d'après ce botaniste, est un centre végétatif qui produit une tige aérienne ; elle est souvent caractérisée par une rosette de feuilles, ou s'accuse par un renflement. M. Royer fait voir que la répartition des souches sur la longueur de la tige souterraine est variable. Si l'on examine, par exemple, un rhizome de *Mercurialis perennis*, on trouve, à peu près tous les 10 centimètres, des nodosités séparées entre elles par un ou deux entre-nœuds ; c'est seulement

(1) *Bulletin de la Société botanique de France*, séance du 26 novembre 1869, p. 325, t. XVI.

(2) *Bulletin de la Société botanique de France*, séance du 25 mars 1870, t. XVII, p. 147.

de ces nodosités que l'on voit partir à la fois les tiges aériennes et les racines adventives. Si l'on observe le rhizome d'*Iris Pseudo-acorus*, on voit une série de renflements accolés bout à bout; les plus âgés sont en voie de destruction, le dernier, qui est la souche actuelle, produit seul une tige aérienne. Les rhizomes s'épaississent donc aux points d'où les tiges aériennes partiront; des réserves considérables de matières nutritives s'y accumulent pour servir aux premiers développements de ces pousses. On comprend, dès lors, que la production des souches doit être en rapport avec la durée de la plante : c'est, en effet, ce qui a lieu. On voit quelquefois des espèces annuelles, quand la première floraison a été tardive, incomplète et n'a pas épuisé les matières nutritives de la souche, vivre et fleurir deux années (*Arabis arenosa, Dianthus Armeria*). Dans les plantes bisannuelles, il y a une suspension de la végétation après la production de la tige feuillée, celle-ci peut être remplacée par un bourgeon latéral qui produira la tige florifère l'année suivante (*Melilotus officinalis*); on a alors une souche bisannuelle. Elle est plurannuelle, selon l'expression de M. Royer, dans l'*Agave americana*. On voit donc que l'existence d'une souche n'est pas liée forcément à l'existence d'un rhizome.

Dans les cas précédents, après la floraison, toute la plante meurt; chez d'autres espèces, elle peut produire soit des stolons, soit des drageons, c'est-à-dire des stolons souterrains. Cette production devient quelquefois libre dans le *Solanum tuberosum* ou dans le *Sagittaria sagittæfolia* par exemple; c'est bien alors toujours le même être, mais cependant un plant nouveau et indépendant. La destruction de la souche première a été rapide dans ces plantes; elle peut être plus lente, comme dans l'*Iris germanica*. Dans tous ces cas, les systèmes ascendant et descendant émis par la souche disparaissent, elle-même se détruit bientôt; peut-on dire que de telles plantes sont vivaces; M. Royer ne le pense pas, aussi les appelle-t-il pseudo-vivaces, il les caractérise en disant que toute plante à rhizome défini est pseudo-vivace. Les plantes véritablement

vivaces, d'après M. Royer, seraient celles dont il reste à l'état de vie active une ou plusieurs parties du plant initial.

En résumé, d'après ce travail, on voit qu'on pourrait appeler *souche* toute base de tige aérienne à son insertion sur un organe souterrain, et *rhizome* une tige souterraine présentant des souches successives.

Nous voyons donc, d'après ce qui précède, que les rhizomes présentent sur leur longueur deux parties différentes, celles qui donnent des tiges aériennes et celles qui se propagent dans le sol. Ces parties doivent avoir des structures spéciales.

Examinons maintenant les travaux des auteurs qui en ont étudié l'anatomie.

2° *Morphologie interne.* — M. Vaupell (1), en se plaçant à un point de vue spécial, car il n'étudiait que la croissance périphérique des faisceaux vasculaires, est arrivé à plusieurs conclusions importantes d'anatomie générale. Selon lui, dans les rhizomes, on observe :

1° Une prédominance du parenchyme cortical ou médullaire sur les faisceaux vasculaires ;

2° Un faible développement du prosenchyme ;

3° Un arrêt fréquent dans l'évolution des faisceaux libéro-ligneux.

J'ai eu l'occasion de vérifier presque toutes ces conclusions. Il y a cependant un fait général que cet auteur ne signale pas, c'est la réduction relative de la moelle ; les rhizomes rappellent souvent les racines par le faible développement de cette région.

La seconde conclusion est intéressante, mais ce n'est que par l'expérience et par la comparaison des parties aériennes et souterraines de la même plante, dans un grand nombre d'espèces, qu'on peut arriver à en trouver la raison.

Enfin, les faisceaux libéro-ligneux sont peu développés; c'est là encore un résultat de l'influence du milieu, qui produit un ralentissement général de la vie de la plante. M. Vaupell ne

(1) *Untersuch. über das peripherische Wachsthum...* (Sur l'accroissement périphérique des faisceaux vasculaires des rhizomes des Dicotylédones), in-8°, Leipzig, 1855.

trouve presque jamais de cellules qu'il nomme libériennes (1); dans les faisceaux du bois il n'y a plus que des vaisseaux et du parenchyme. Malgré la grande réduction des faisceaux libéro-ligneux, que j'ai pu souvent constater, le liber existe toujours et les tubes criblés le caractérisent dans les rhizomes, ainsi que je l'ai vérifié.

M. Vaupell classe les rhizomes en plusieurs catégories :

1° L'accroissement, comme dans les tiges des Dicotylédones ligneuses, peut se produire par couches annuelles (*Saxifraga umbrosa*) ;

2° Dans d'autres plantes, on ne distingue pas de couches annuelles déterminées (*Sempervivum arboreum*) ;

3° Le développement s'arrête à la période primaire (*Anemone nemorosa*) ; on aurait alors un exemple remarquable d'une tige de Dicotylédone, âgée de plusieurs années, sans formations secondaires.

Je crois que M. Vaupell s'est un peu trop avancé dans ce dernier cas; il est certain que, dans l'*Anemone nemorosa*, les faisceaux restent peu développés ; mais, quoique l'activité de la couche génératrice entre le bois et le liber soit très ralentie, son existence est certaine.

On voit donc, par ce simple aperçu, combien sont profondes les différences qui existent entre la structure des tiges aériennes et celle des rhizomes.

Les différences sont si grandes, qu'elles ont amené M. Chatin (2) à se demander si l'on n'avait pas été trop loin en réunissant ces deux parties de l'axe sous le nom de tige, et si le rhizome ne serait pas un organe intermédiaire entre la racine et la tige. Les dissemblances qu'il trouve entre ces deux parties sont, en effet, très importantes. Les caractères anatomiques des rhizomes sont les suivants :

(1) Comme la découverte des tubes criblés par Hartig est de 1854, que l'étude de Hugo Mohl sur le même sujet date de 1855, M. Vaupell ne parle pas des cellules criblées, caractéristiques du liber.

(2) *Sur les caractères anatomiques des rhizomes* (*Bulletin de la Société botanique de France*, 1858, t. V, p. 39).

1° L'épiderme simple des tiges aériennes est remplacé par un épiderme composé formé de cellules aplaties, disposées en séries radiales et colorées en brun rougeâtre (1).

2° Les fibres corticales diminuent et souvent même disparaissent complètement.

3° Les faisceaux ligneux sont séparés par de profondes rentrées des rayons médullaires.

4° Les trachées déroulables sont absentes.

5° Le plus souvent la moelle n'est pas ponctuée.

Aucun de ces caractères n'est absolu, mais un au moins, d'après l'auteur, se retrouve toujours dans les rhizomes.

A l'époque de la publication de cette note, la présence générale des vaisseaux spiralés dans les racines des Dicotylédones était méconnue ; l'absence des trachées dans les rhizomes semblait donc un caractère les rapprochant des racines. D'ailleurs, M. Chatin constate que la présence de ces vaisseaux est ordinaire dans les rhizomes des Monocotylédones ; il cite également comme ayant des trachées, parmi les Dicotylédones, un certain nombre de tiges souterraines (*Osyris alba*, *Geranium sanguineum*). Le caractère donné n'est donc pas général ; j'ai d'ailleurs toujours constaté, pour ma part, l'existence des vaisseaux spiralés dans les rhizomes.

Sauf le point précédent, mes observations s'accordent complètement avec celles de M. Chatin, mais je ne pense pas que l'on puisse regarder les rhizomes comme des organes intermédiaires entre la tige et la racine. Malgré les différences dont nous venons de parler, le rhizome possède toujours la structure d'une tige ; s'il se modifie profondément, ses changements tiennent à son séjour sous le sol.

D'autres auteurs se sont occupés de la structure des rhizomes, mais à un point de vue spécial : ils ont étudié soit une famille, soit une espèce.

Les Labiées ont fait l'objet d'un travail anatomique de Kir-

(1) C'est-à-dire qu'il existe ce que Hugo Mohl a appelé une couche subéreuse (*Untersuchungen über den Bau und die Entwickelung des Korkes und der Borke auf der Rinde der baumartigen Dicotylen*, 1836).

choff (1). Cet auteur a compris dans son mémoire l'étude de la tige aérienne, du rhizome, des racines, des feuilles et de l'inflorescence des plantes de cette famille. Il a trouvé, pour les rhizomes, que les entre-nœuds s'allongent d'autant plus qu'ils sont plus rapprochés de la tige aérienne; il a vu que leur structure rappelle beaucoup celle de cette dernière partie, avec cette différence que les faisceaux s'y réunissent de très bonne heure. Dans ce mémoire, l'auteur n'insiste pas sur les deux faits saillants que j'ai retrouvés partout dans les Labiées, l'arrondissement de la tige dans les tiges souterraines et la disparition du collenchyme qui existe si bien développé aux angles de l'écorce dans la partie aérienne.

Je ne me suis proposé que l'étude des tiges souterraines, j'ai donc laissé de côté les plantes aquatiques; il est cependant intéressant de rappeler, dans cet historique, l'important travail de M. Trécul sur le *Nuphar luteum* (2). Il y a surtout à retenir, de cette étude approfondie d'une espèce, la structure spéciale des faisceaux du rhizome; on n'y trouve rien d'analogue aux fibres du liber. On voit donc que, même dans les plantes aquatiques, les éléments de soutien disparaissent dans les tiges souterraines.

Je ne me suis occupé, dans ce mémoire, que de la comparaison de la structure des tiges aériennes et souterraines des Dicotylédones. Je ne parlerai donc point des travaux qui traitent purement de l'anatomie des rhizomes des Monocotylédones (3); seulement je ne crois pas devoir passer sous silence l'étude comparée des tiges aériennes et souterraines de l'*Epipogon Gmelini* et du *Corallorhiza* de M. Reinke (4). Cet

(1) *De Labiatarum organis vegetativis commentarium anatomico-morphologicum*, 1860.

(2) *Annales des sciences naturelles*, 3e série, t. IV.

(3) *Falkenberg, Vergleichende Untersuchungen über den Bau der Vegetationsorgane der Monocotylen* (Recherches sur la structure des organes végétatifs des Monocotylédones). Stuttgard, 1876. —Mangin, *Ann. d. sc. nat.*, 6e série, t. XIV, p. 216.

(4) *Zur Kentniss des Rhizoms von Corallorhiza und Epipogon* (*Flora*, 1873, nos 10, 11, 12, 14).

auteur a trouvé, en effet, une structure très différente dans le rhizome et dans la partie aérienne de cette première plante; le rhizome ne présente pas de vaisseaux dans le cylindre central, on n'observe pas dans cette région de différenciation en bois et en liber; dans l'inflorescence, au contraire, il existe un cercle de faisceaux avec des vaisseaux et des fibres. Une organisation analogue se retrouve dans le *Corallorhiza*.

M. Van Tieghem, voulant faire une étude parallèle à la note curieuse qu'il a publiée sur l'Utriculaire (1), a choisi pour type l'*Adoxa Moschatellina* (2). Il est difficile de trouver, en effet, entre le rhizome, et la partie aérienne d'une plante des différences plus grandes; dans le rhizome, on voit un cylindre central très petit et la moelle, très réduite, est entourée d'un cercle complet de vaisseaux du bois; dans la tige aérienne, il existe, au contraire, quatre faisceaux absolument isolés. Nous reviendrons sur cette plante dans le cours de ce mémoire.

Après les études d'ensemble sur les rhizomes, après les monographies d'une famille ou d'une espèce, examinons les monographies spéciales d'une membrane. L'épiderme méritait particulièrement de fixer l'attention des botanistes; on sait, en effet, combien cette assise subit les influences du milieu dans les plantes aquatiques, il était donc intéressant de savoir comment l'épiderme se modifie dans les organes souterrains.

M. Weiss (3) s'est occupé de cette question un peu incidemment, il a constaté qu'il peut y avoir des stomates sur les rhizomes, mais l'étude approfondie de cette question est due à M. Hohnfeld (4). Voici les principaux résultats de son travail :

1° Il y a plus de stomates en général sur les tiges aériennes

(1) *Anatomie de l'Utriculaire commune* (*Annales des sciences naturelles, Botanique*, 5ᵉ série, t. IX, p. 54).

(2) *Anatomie de la Moschatelline* (*Bulletin de la Soc. bot. de France*, t. XXVI, p. 282).

(3) *Beitrag zur Kentniss der Spaltöffnungen* (Contribution à l'étude des stomates) (*Verhandlung der Zool. und. Bot. Vereins in Wien*, 1857, p. 19).

(4) *Ueber das Vorkommen und die Vertheilung, der Spaltöffnungen auf unterirdischen Pflanzentheilen* (De la présence et de la répartition des stomates sur les parties souterraines des plantes). Dissert inaug., Kœnigsberg, 1880.

que sur les tiges souterraines; les stomates peuvent même manquer sur ces dernières (*Asarum europæum*, *Senecio saracenicus*, *Campanula glomerata*, etc.).

2° Il y a des stomates sur les bractées écailleuses souterraines, mais, en général, moins à surface égale que sur les feuilles aériennes.

3° Il y a souvent plus de stomates à la face supérieure qu'à la face inférieure des écailles souterraines.

3° *Physiologie.* — On a vu précédemment que M. Chatin (1) avait constaté souvent la diminution des fibres libériennes dans les parties souterraines des plantes; c'est pour cet auteur un simple fait anatomique curieux, dont il n'affirme pas la généralité et dont il ne cherche pas la cause. M. Schwendener (2) a été frappé du développement extraordinaire que prend la partie fibreuse des Monocotylédones, il en a cherché la raison. Son travail, quoique purement anatomique, touche donc à une question physiologique importante.

Pour expliquer le rôle des fibres, ce botaniste part d'une idée émise à priori qu'il cherche à vérifier par l'anatomie comparée. Résumons succinctement ses recherches. Quels sont les moyens employés par la plante pour s'affermir? Comment un pédoncule floral, une tige aérienne, peuvent-ils se dresser vers le ciel? Tout l'appareil de soutien est produit par la création d'un élément spécial, la cellule mécanique; cette cellule est allongée, prosenchymateuse et à ponctuations tournantes. Ayant trouvé l'élément de soutien par excellence, M. Schwendener cherche sa situation dans les organes cylindriques et dans les organes bilatéraux. Il trouve ainsi vingt types dans les premiers et huit dans les derniers. Il groupe ensuite de la même façon les Dicotylédones, les Gymnospermes et les Cryptogames vasculaires. L'auteur constate, en somme, que ces cellules mécaniques peuvent se former par-

(1) *Loc. cit.*

(2) *Das mecanische Princip im anatomischen Bau der Monocotylen* (Le principe mécanique dans la structure anatomique des Monocotylédones). Leipzig, 1874.

tout; que les fibres isolées ne se distinguent en aucune façon des fibres des faisceaux; que la gaine de prosenchyme des tiges de Monocotylédones et le collenchyme ont la même fonction, et sont deux stades dans le développement d'un même organe. En concluant, il se demande si l'on doit regarder ce système comme dépendant des lois physiologiques; il croit avoir donné une réponse affirmative à cette question par son important travail.

L'anatomie comparée des tiges aériennes ne suffit pas pour fournir une preuve indiscutable du rôle des cellules mécaniques. C'est par l'étude des rhizomes et des racines que M. Schwendener aurait pu trouver les preuves des fonctions du système de soutien. Au lieu de cela, il suppose que, dans ces organes souterrains, la disposition des tissus est encore en rapport avec l'affermissement. C'est dans la tendance qu'ont les faisceaux à se rapprocher du centre que cet auteur voit un argument en faveur de cette opinion. Il me semble que pour comprendre le rôle de ce système mécanique il fallait :

1° Faire la comparaison de la tige aérienne et de la tige souterraine de la même plante;

2° Vérifier par l'expérience les résultats trouvés en faisant croître les tiges aériennes sous le sol et réciproquement.

L'important travail de M. Schwendener en a suscité d'autres : M. Haberlandt (1) a décrit le développement du système mécanique; M. Falkenberg (2), en étudiant les Monocotylédones dans leurs organes végétatifs, a adopté les idées de M. Schwendener. Pour ce dernier auteur, le collenchyme, si fréquent dans les Dicotylédones, si rare dans les Monocotylédones (tige de *Tradescantia*, *Zea Mays*), fait partie de l'appareil de soutien; ce serait une forme de passage entre le tissu parenchymateux et le tissu fibreux.

Cet ensemble de travaux aurait dû conduire à entreprendre des études expérimentales, mais je n'ai pu trouver

(1) *Entwickelungsgeschichte des mechanischen Gewebesystems* (Étude du développement du tissu du système mécanique). Leipzig, 1879.

(2) *Loc. cit.*

dans mes recherches bibliographiques aucun auteur s'étant occupé de ce sujet d'une manière générale (1). Le séjour des plantes en terre modifie profondément leurs conditions d'existence; une des premières causes de modification est l'absence de lumière. Aussi ai-je été amené à chercher comment l'étiolement changeait la structure des plantes.

L'allongement des tiges et la réduction des feuilles poussant à l'obscurité ont été constatés depuis longtemps par de Candolle, Meyen, Treviranus. M. Sachs s'est occupé de cette question, mais M. Kraus (2) a essayé le premier d'en donner une explication. D'après cet auteur, dans les tiges poussant à la lumière, la moelle est la partie active pendant la première période de leur existence; pendant la seconde, les éléments ligneux s'épaississent et résistent à l'accroissement de la moelle; la résultante de l'effort que fait la moelle pour s'accroître et de la résistance qu'opposent les éléments ligneux produit la longueur normale de la tige. Dans les tiges étiolées, les éléments ligneux ne s'épaississent pas; la moelle, n'étant pas entravée dans son allongement, produit la croissance exagérée de la tige entière.

L'arrêt de développement des éléments ligneux d'une plante poussant à l'obscurité, que M. Kraus avait annoncé, a été vérifié par M. Rauwenhoff (3) dans un très remarquable mémoire;

(1) M. Stapf (*Verhandl k. k. zool. bot. Gesellschaft in Wien.*, 1878, p. 231) a étudié, sur la Pomme de terre, l'influence que la modification des conditions de la vie exerce sur la conformation des organes de cette plante. Il a fait pousser des tubercules à la lumière diffuse, à l'obscurité, sous l'eau, dans une atmosphère pleine de vapeur d'eau, et enfin dans une cave. Il a trouvé que l'allongement est maximum quand la transpiration se fait le plus difficilement et que la plante est à l'obscurité. Dans ce cas, selon cet auteur, le nombre des stomates est le plus considérable (ils se développent en lenticelles quand la transpiration est suspendue). En même temps l'amidon disparaît et les faisceaux sont très dégradés.

(2) *Ueber die Ursachen der Formänderung etiolender Pflanzen* (Sur les causes des changements de forme des plantes étiolées) (*Pringsheim's Jahrbücher für wiss., Bot.*, t. VII, p. 209).

(3) *Sur les causes des formes anormales des plantes qui croissent dans l'obscurité* (*Archives néerlandaises*, t. XII; *Annales des sciences naturelles*, 6e série, t. V, p. 266).

dans ses expériences, cet auteur a fait pousser, dans les mêmes conditions, un certain nombre de plantes les unes à la lumière, les autres à l'obscurité. En opérant ainsi, il a obtenu, dans plusieurs cas, un développement considérable à l'obscurité; il a même continué l'expérience assez longtemps avec la Fritillaire pour avoir des fleurs complètement formées à l'abri de la lumière possédant des pétales colorés, des étamines et un pistil bien constitués. En somme, M. Rauwenhoff a trouvé que le parenchyme cortical et surtout la moelle se développent beaucoup, tandis que les faisceaux du bois restent très dégradés dans les plantes étiolées.

Les rhizomes se propagent le plus souvent horizontalement dans le sol; M. Elfving (1) a cherché quelle était la cause de cette direction. Il a cultivé comparativement quelques rhizomes, les uns dans leur situation normale, d'autres ayant tourné de 180 degrés autour de leur axe, quelques-uns verticaux, enfin un dernier groupe ayant une direction oblique, la pointe étant en haut ou en bas. Cet auteur a trouvé que les rhizomes ne sont pas dorsi-ventraux, car ils ne se tordent pas quand ils sont retournés autour de leur axe. M. Elfving a également constaté que les rhizomes placés verticalement ou obliquement ne redeviennent pas complètement horizontaux, l'obliquité peut même être de 25 degrés sur l'horizon.

En résumé, bien que l'étude anatomique des rhizomes ait fait l'objet des travaux de M. Chatin et de M. Vaupell, l'étude comparée des tiges aériennes et des tiges souterraines est à faire. Le mémoire de M. Schwendener sur l'appareil de soutien a montré l'importance des cellules mécaniques dans les tiges aériennes; il est intéressant de voir, pour chaque plante, ce que devient cet appareil dans les tiges souterraines.

La comparaison des deux régions, aérienne et souterraine, de la tige montre des différences entre ces deux parties; un

(1) *Ueber einige horizontal wachsende Rhizome* (*Arbeit. bot. Instit.*, in Würzburg, 1880, t. II, 3e partie.)

certain nombre d'entre elles sont communes à toutes les plantes; peut-on dire que le séjour sous le sol produit ces différences communes? L'expérience peut seule répondre à une telle question. Or on a vu qu'aucune tentative n'a été faite pour résoudre ce problème.

Cette étude expérimentale conduit à rechercher si l'absence de lumière est la seule cause modifiant la structure des plantes enterrées; il est intéressant de comparer, à ce point de vue, les tiges expérimentalement enterrées aux tiges développées à l'air, mais à l'abri de la lumière.

J'ai essayé, dans ce travail, de résoudre quelques-unes de ces questions.

PRÉLIMINAIRES. — ÉTUDE DE LA RONCE.

Avant de commencer l'exposition de la partie expérimentale, il est important d'en démontrer la nécessité. Peut-on attribuer uniquement au milieu les différences qui existent entre la partie aérienne et la partie souterraine des plantes? Il n' n est rien; il peut y avoir, en effet, plusieurs types de structure pour les tiges d'une même plante, croissant dans un milieu identique. Un grand nombre de plantes présentent entre les différentes parties de leurs tiges, croissant dans le même milieu, des différences exclusivement morphologiques. Il suffit de feuilleter, par exemple, l'*Anatomie comparée des végétaux* de M. Chatin (1), pour s'en convaincre.

L'étude anatomique de l'enracinement d'une branche de *Rubus fruticosus* m'a fourni l'occasion d'apprécier la complication du problème que je me proposais, et d'isoler quelques-unes des causes produisant les différences de structure qui existent entre les parties aérienne et souterraine. Je vais prendre d'abord cet exemple particulier et le traiter complètement pour mieux faire comprendre le but de mon travail.

L'enracinement de la Ronce est un fait bien connu, tout le monde a eu l'occasion de voir la Ronce former ses grandes arcades; si l'on parcourt les bois à l'automne, on voit les tiges de cette plante arriver au contact du sol et s'y enfoncer bientôt. Au commencement de novembre, si l'on arrache ces extrémités, on voit que la tige s'est renflée en un tubercule blanchâtre portant un épais chevelu de racines adventives, muni de jeunes feuilles et se terminant par un bourgeon qui se recourbe, déjà prêt à s'élancer hors du sol. Germain de Saint-

(1) 1° *Plantes aquatiques*. 2° *plantes aériennes*, 3° *plantes parasites*, 4° *plantes terrestres*, Paris. 1856, 1859.

Pierre (1) avait bien décrit ce mode d'enracinement et de propagation, cette marche « par longues enjambées ». Au printemps, cette tige souterraine émet une première pousse qui s'enracinera de la même manière à l'automne suivant. La tige mère meurt ensuite, et le tubercule continue à végéter sous le sol; il grossit considérablement, durcit et émet, à chaque reprise de la végétation, de nouveaux rameaux qui sortent de dessous terre et qui peuvent propager la plante de la même façon.

On a donc là un rhizome, un rhizome spécial il est vrai, car il provient d'une tige aérienne. Sa structure diffère beaucoup de celle de la tige qui l'a produit : peut-on dire que le milieu seul détermine les différences qu'on trouve entre ces deux régions de l'axe? Pour élucider cette question deux choses étaient nécessaires :

1° Suivre le développement du tubercule;
2° Comparer le tubercule et la tige maintenue enterrée.

1° *Enracinement de la tige et développement du tubercule.* — Lorsque la tige aérienne s'enracine, l'épiderme change de coloration, il devient blanc, des racines adventives naissent en grand nombre (pl. I, fig. 7). En même temps, la structure interne se modifie profondément : le parenchyme cortical se développe beaucoup; une assise subéreuse, déjà indiquée dans la partie aérienne (pl. I, fig. 1, *as*), formée aux dépens de l'endoderme, prend ici un important accroissement (fig. 2, *as*). L'assise génératrice libéro-ligneuse entre en très grande activité, les faisceaux s'allongent énormément (fig. 2, *cg*); mais il est à remarquer que les fibres libériennes (fig. 2, *fl*) ne suivent pas l'accélération de l'ensemble des autres tissus. Dans la moelle, la lignification se produit très près de l'ex-

(1) *Bulletin de la Soc. bot. de France*, 1875, Sess. extraor., p. LIII. Ce fait avait déjà été signalé en 1822 par Weihe et Hees dans les « *Rubi germanici* », pour les *Rubus cordifolius* et *rhamnifolius*; il a été confirmé par M. Lefèvre (*Bull. de la Soc. Bot. de France*, 1877, t. XXIV, p. 366) pour les *Rubus discolor*, *cæsius*, etc.

trémité ; les cellules de ce tissu sont plus petites que dans la partie aérienne. La figure 2 représente la structure du milieu du tubercule.

Dans les tubercules plus âgés, mais toujours de l'année, il existe au centre un noyau très dur, fortement lignifié, constitué par les faisceaux du bois, les énormes rayons médullaires et la moelle. Ce noyau se trouve entouré d'un tissu mou formé par le liber et le parenchyme cortical au milieu duquel quelques fibres libériennes isolées sont encore visibles. Le parenchyme cortical est envahi par une matière brunâtre jusqu'aux assises de la couche de liège, l'écorce est même exfoliée en certains points.

Enfin, quand on examine les tubercules très vieux, courts, trapus, épais, bosselés, de couleur brun rougeâtre, qui ont émis plusieurs branches de générations différentes (pl. I, fig. 8), on voit que l'écorce primaire entière a été exfoliée ainsi que presque tout le liber. Cette masse dure est formée d'énormes faisceaux du bois, reliés par de larges rayons médullaires entourant une moelle réduite et lignifiée comme tous les autres tissus.

Cette structure est absolument différente de celle de la partie aérienne (fig. 1) ; les principaux caractères différentiels de la partie souterraine sont les suivants :

1° Le parenchyme cortical est plus développé ;

2° L'exfoliation de l'écorce est accélérée par le grand développement de l'assise subéreuse ;

3° Les fibres libériennes sont très réduites ;

4° Le liber mou et les faisceaux du bois sont très développés ;

5° La lignification de la moelle est plus intense.

2° *Comparaison du tubercule et de la tige maintenue sous terre.* — Voulant savoir comment une tige de cette plante est modifiée par le milieu seul, j'ai empêché la jeune pousse qui part du tubercule de sortir du sol, en accumulant peu à peu la terre au-dessus d'elle à mesure qu'elle se développait.

L'expérience a été continuée pendant six mois. Au mois de juin, j'ai étudié la plante développée sous terre ; sa longueur était à peu près d'un décimètre, et onze entre-nœuds s'étaient formés ; extérieurement l'épiderme était complètement blanc. La comparaison de cette tige avec un tubercule permet de trouver entre ces deux régions de très grandes différences.

Au cinquième entre-nœud à partir du sommet, on voit que, dans la partie enterrée, le parenchyme cortical est très développé ; l'endoderme, qui n'est pas encore divisé, a des ponctuations nettes (pl. I, fig. 5, *end*) ; les fibres libériennes n'existent pas et les faisceaux ligneux sont très peu développés ; enfin la moelle ne se lignifie pas. Au septième entre-nœud, on voit apparaître nettement dans l'endoderme les divisions qui indiquent l'origine de la couche subéreuse (fig. 6, *end* et *as*). Enfin, au dixième entre-nœud, presque au point où commence le tubercule, les fibres n'existent encore qu'en petit nombre, mais la moelle reste non lignifiée.

On voit que les différences sont nettes entre cette tige enterrée et le tubercule. Dans ce dernier, le cambium, avec une activité extraordinaire, accroît tout de suite énormément le faisceau du bois pendant que la moelle se lignifie très rapidement. Il existe bien à l'extrémité du tubercule une partie où la moelle n'est pas encore lignifiée et qu'on pourrait comparer à la tige maintenue enterrée ; mais, même dans cette partie (fig. 3), le cambium a déjà donné aux faisceaux un accroissement énorme qui n'est jamais atteint dans la partie maintenue sous terre. Si l'on fait une série de coupes à partir de l'extrémité du bourgeon, le passage de cette dernière structure à celle du tubercule se fait très rapidement, les faisceaux du tubercule continuent à se développer beaucoup et la lignification envahit toute la moelle et les rayons médullaires.

En résumé, les caractères différentiels de la partie maintenue sous le sol par rapport au tubercule sont donc :

1° La réduction des faisceaux libéro-ligneux ;

2° L'absence de toute lignification dans la moelle.

Il faut même ajouter que le tubercule peut commencer à se

former sans que la tige aérienne s'enfonce dans le sol; en effet, on voit souvent se produire, à une certaine distance au-dessus de la terre, un commencement de développement d'un tubercule blanchâtre, muni d'écailles et de racines adventives. Germain de Saint-Pierre avait fait autrefois une observation analogue, qui montre bien qu'il se forme à l'extrémité des branches un organe particulier. Il dit même avoir vu, dans les endroits sombres et humides, les tiges pendantes de Ronce grossir en massue longtemps avant d'avoir touché le sol.

Par l'ensemble des comparaisons et des expériences qui précèdent, on peut maintenant déterminer les différences de structure qui sont directement sous l'influence du milieu et celles qui sont morphologiquement héréditaires. C'est ainsi que le développement du parenchyme cortical et la réduction des fibres libériennes sont dus à l'influence du milieu, tandis que le grand développement des faisceaux du tubercule et la lignification de sa moelle en sont indépendants.

L'étude détaillée qu'on vient de faire d'un exemple particulier montre que si l'on veut arriver à retrouver dans les tiges souterraines l'action du sol au milieu de tant d'autres causes, il faut chercher l'effet de cette action sur des plantes où l'on ne devra tenir compte que de cette seule variable.

Je prendrai donc des plantes pour lesquelles l'hérédité morphologique n'intervient pas dans les comparaisons. Pour chaque espèce, je ferai pousser des tiges, les unes dans l'air, les autres sous terre. toutes les autres conditions restant les mêmes.

PARTIE EXPÉRIMENTALE

Dans cette partie de mon travail, je me suis proposé d'exposer quelles modifications peuvent se produire immédiatement dans la structure des plantes lorsque, par l'expérience, on fait développer sous le sol leurs parties aériennes. Je réserve donc l'étude des tiges souterraines naturelles pour la troisième partie de ce mémoire.

Parmi les causes produisant l'arrêt de développement des plantes enterrées, l'absence de lumière est une des plus importantes. Je n'ai pu me proposer de démêler, pour tous les cas étudiés, au milieu des différences que j'ai trouvées, celles spécialement dues à l'obscurité. La solution générale d'un problème aussi complexe m'aurait entraîné trop loin de la question que je me proposais de résoudre. J'ai cherché simplement, par quelques exemples, à montrer qu'il existait des différences importantes entre la structure de tiges, appartenant à la même espèce, développées les unes à l'air et à l'obscurité, les autres sous terre. Les différences observées sont presque aussi grandes entre la tige étiolée et la tige développée sous le sol qu'entre celle-ci et la tige développée à la lumière.

J'exposerai donc d'abord les résultats de mes recherches comparatives sur les plantes artificiellement enterrées et sur les mêmes espèces poussant à la lumière. Je comparerai ensuite les tiges étiolées et les tiges rendues souterraines.

I. — Tiges aériennes et tiges rendues souterraines.

Ces recherches ont porté sur un certain nombre de plantes appartenant aux familles les plus diverses : Papilionacées, Rosacées, Cucurbitacées, Araliacées, Euphorbiacées, Solanées, Labiées, Nyctaginées et Tropæolées.

J'ai choisi, pour étudier chaque modification, l'espèce où elle se présente le plus nettement, en exposant ensuite les diverses variations de structure trouvées dans les autres plantes.

1° *Modifications de l'épiderme* — J'ai fait germer un certain nombre de graines de Fève (*Faba vulgaris*) en laissant les unes se développer librement à l'air, et en enterrant les autres. Au bout de trois semaines, le simple aspect extérieur faisait présager entre les deux séries de plantes les différences de leur structure interne. En effet, les tiges aériennes étaient fines, élancées, anguleuses et vertes, avec des feuilles bien développées. La tige enterrée, au contraire, était boursouflée en même temps qu'écrasée latéralement; à sa base se trouvait une région brunâtre, comme terreuse; le reste de la tige était blanc et portait à sa partie supérieure des feuilles jaunâtres peu développées (pl. II, fig. 9 et 10). Si l'on fait une section transversale de la partie souterraine à la hauteur de la région brunâtre et dans la tige aérienne à une hauteur morphologiquement correspondante (1), on trouve dans l'épiderme des différences importantes et curieuses. Il s'est produit au milieu de la paroi externe de chaque cellule épidermique souterraine une saillie conique dont la forme rappelle celle des poils radicaux. Ces saillies se sont allongées vers l'extérieur, mais leur allongement reste faible. La paroi de ces cellules a bruni à leur périphérie, elles se sont subérifiées, c'est ce qui donne à cette région sa coloration (pl. II, fig. 11 et 12, *ep*).

— On retrouve dans la Courge (*Cucurbita Pepo*) une production analogue, mais moins développée; les cellules de l'épiderme de la tige souterraine prennent une forme conique et même, en quelques endroits, se prolongent en de véritables poils.

Le plus souvent l'épiderme garde sa disposition régulière. Mais, dans tous les cas observés, il se produit dans la portion

(1) D'une manière générale, je prendrai pour régions comparables, celles qui sont séparées du sommet par le même nombre d'entre-nœuds.

externe de la membrane de ces cellules une matière d'un brun rougeâtre. Cette substance envahit quelquefois les parois latérales et internes des cellules épidermiques ; elle peut même apparaître, en certains points, dans l'assise sous-jacente (*Solanum tuberosum*).

En somme, dans la partie externe de l'épiderme aérien, la cuticule forme une couche épaisse qui se colore en rouge par la fuchsine ; dans l'épiderme souterrain, la subérine envahit toute la paroi externe et même souvent les parois latérales et internes, aussi la fuchsine colore-t-elle toute la membrane.

Les stomates subsistent sur la tige enterrée, mais leur nombre est moins grand pour une même surface, ce qui tient à l'allongement des cellules de l'épiderme dans le sens longitudinal; dans la Capucine (*Tropæolum majus*), par exemple, les cellules de l'épiderme de la tige souterraine atteignent une longueur de 180 divisions micrométriques (1), tandis que dans les tiges aériennes elles n'en ont que 80. Les cellules stomatiques sont également étirées; la longueur d'un stomate sur la tige enterrée est de 25 divisions et de 14 seulement sur la tige aérienne.

Ainsi, en général, *les parois des cellules épidermiques se subérifient plus ou moins complètement dans la partie enterrée.*

2° *Extension du parenchyme cortical.* — Dans la Fève, pendant que l'épiderme se modifie d'une façon si spéciale, l'écorce prend un développement tout à fait exagéré, comme le montre la comparaison des deux figures 11 et 12 (pl. II), faites au même grossissement. On voit que, non seulement les cellules sont plus grosses dans la partie souterraine, mais aussi qu'elles sont plus nombreuses. Le séjour sous terre a donc modifié complètement l'équilibre vital des cellules de l'écorce et de l'épiderme. Les cellules de l'épiderme se sont transformées en des espèces de poils, celles du parenchyme cortical, ici sans

(1) Les longueurs relatives étant seules à considérer dans ce travail, je prends simplement pour unité de longueur une division de mon micromètre.

chlorophylle, se sont rapidement multipliées et ont augmenté considérablement de volume. On conçoit que dans ces plantes enterrées, qui sont soustraites au contact de l'air libre et de la lumière, la transpiration soit considérablement ralentie. Il est vraisemblable que c'est surtout à cette cause qu'il faut attribuer l'augmentation de volume des cellules.

— En faisant pousser sous terre les tiges aériennes de *Solanum tuberosum* (pl. III, fig. 27 et 28), on remarque que les cellules corticales de la partie souterraine se sont allongées dans le sens radial, mais leur nombre s'est peu accru. Dans l'*Aralia pentaphylla*, le parenchyme cortical de la partie aérienne présente dans son épaisseur des différences considérables suivant la profondeur. Ainsi, dans la partie enterrée le plus profondément, l'écorce a une épaisseur de 80 à 90 divisions micrométriques; dans la partie de la tige voisine de la surface, l'accroissement du parenchyme cortical a été bien moindre, l'épaisseur n'est que de 50 à 60 divisions. J'ai étudié également à ce point de vue le Pois chiche (*Cicer arietinum*) entre-nœud par entre-nœud; j'ai toujours constaté le plus grand développement de l'écorce dans la partie enterrée. Voici d'ailleurs un tableau résumant toutes ces recherches :

NOMS DES ESPÈCES	ÉPAISSEUR MOYENNE DU PARENCHYME CORTICAL.	
	Tige aérienne.	Tige souterraine.
Aralia pentaphylla........	25	70 { 50 / 90
Cicer arietinum............	4	23
Cucurbita Pepo............	65	70
Faba vulgaris..............	7	65
Lupinus albus..............	48	60
Mirabilis Jalapa...........	90	120
Ricinus communis.........	45	58
Rubus fruticosus...........	10	25
Solanum tuberosum........	32	52
Teucrium Scorodonia......	5	9
Tropæolum majus.........	18	26

Donc, *le parenchyme cortical augmente toujours d'épaisseur dans la partie rendue souterraine.*

3° *Développement du suber.* — J'ai eu l'occasion d'étudier des marcottes de l'*Aralia pentaphylla* qui avaient été faites dans les pépinières du Muséum. Comme la tige de cette plante avait été maintenue plus longtemps sous terre que dans les autres cas, j'ai pu avoir une démonstration nette de l'influence du milieu, car, dans la partie plus jeune enterrée, il apparaît un tissu subéreux très important qui n'existe pas dans la partie aérienne.

L'aspect extérieur indique déjà des différences nettes. La couleur de la tige n'est pas la même dans les deux régions : dans la partie aérienne, elle est rouge brunâtre et dans la partie enterrée elle est blanche. On retrouve dans la couche subéreuse une inégalité d'épaisseur suivant la profondeur, qui correspond à l'inégalité de développement de l'écorce de cette même plante. D'abord, dans la portion la plus voisine de la surface du sol, la couche subéreuse est peu développée; elle naît dans l'épiderme et est constituée par quatre ou cinq assises de cellules empilées (pl. II, fig. 14, *as*). En d'autres points, plus enfoncés dans le sol, il existe, en outre, une seconde couche subéreuse formée par la division des cellules de l'assise la plus externe du parenchyme cortical. En effet, les cellules qui ont produit cette nouvelle couche de suber alternaient avec les cellules épidermiques. Dans la tige aérienne, il n'y a rien d'analogue; il existe seulement une couche cuticulaire se colorant par la fuchsine dans la portion externe de la membrane des cellules épidermiques (pl. II, fig. 13, *p*). Il est important de remarquer que, dans cet exemple, c'est la partie la plus jeune qui se différencie le plus, ce qui démontre que c'est le changement de milieu et non pas l'âge qui a modifié la structure de la tige.

Donc, en résumé, cet exemple très net fait voir que la *cuticule protectrice de la partie aérienne est devenue insuffisante, qu'elle a été remplacée par une couche subéreuse puissante.*

Cette couche, par le renouvellement constant des cellules plus internes, remédie à l'exfoliation constante des cellules les plus externes exposées à être écrasées dans la marche lente de la partie souterraine à travers le sol.

4° Disparition du collenchyme. — On vient de montrer qu'en rendant une tige souterraine, on fait apparaître un tissu nouveau; on va voir maintenant, au contraire, que, dans les mêmes circonstances, un autre tissu peut disparaître. J'ai constaté, en effet, la disparition complète du collenchyme dans une tige enterrée de *Solanum tuberosum*.

Une Pomme de terre ayant commencé à germer en produisant deux rameaux aériens semblables, je l'enterrai. Je recouvris un rameau de terre et je laissai l'autre aérien. J'avais donc, dans cette expérience, deux tiges aussi comparables que possible, puisqu'elles faisaient partie du même individu. On constatait à la fin de l'expérience les différences extérieures suivantes :

TIGE AÉRIENNE.	TIGE ENTERRÉE.
1° Il n'y a pas de racines adventives.	1° Il se développe des racines adventives (je reviendrai sur leur situation).
2° Les feuilles prennent un grand développement (pl. II, fig. 26).	2° Les feuilles tendent à s'atrophier (pl. II, fig. 24 et 25).
3° La branche qui naît à l'aisselle de chaque feuille est très réduite par rapport à la feuille (pl. II, fig. 26, *p*).	3° La branche suit un développement inverse de la feuille à l'aisselle de laquelle elle naît; elle s'allonge beaucoup et se renfle à son extrémité (pl. II, fig. 25 et fig. 26, *p* et *t*).

Tels sont, comparés d'une manière précise, les faits connus qui se produisent dans la tige enterrée. Ils montrent que, chez cette plante, n'importe quelle tige peut donner des rameaux se renflant en tubercule vers leur extrémité ou se transformer en une tige aérienne et feuillée.

L'anatomie comparée des deux tiges montre également de

très grandes différences. Il existe dans la tige aérienne un tissu collenchymateux (pl. III, fig. 27, *col*) très important, formant un anneau puissant dans le parenchyme cortical. Ce tissu manque absolument dans la tige rendue souterraine (pl. III, fig. 28). Or, quel est le rôle attribué au collenchyme par les botanistes? On a vu précédemment (1) que M. Falkenberg et M. Schwendener regardent le collenchyme comme intermédiaire entre le tissu fondamental et le tissu mécanique, c'est-à-dire comme formant un tissu de soutien peu développé. Selon M. Giltay (2), cette cuirasse que le tissu collenchymateux forme autour de la tige n'aurait pas seulement un rôle de soutien, elle serait aussi destinée à modérer la transpiration (3). Ainsi que je l'ai fait remarquer plus haut, la transpiration s'effectue plus difficilement dans les parties souterraines; la diminution du nombre des stomates, démontrée par M. Hohnfeld (4), et même leur disparition fréquente, peuvent être regardées comme des raisons en faveur de cette opinion. Si donc le collenchyme doit remplir le rôle que lui attribue M. Giltay, il doit se réduire et même disparaître dans les parties souterraines où la transpiration n'a pas besoin d'être modérée. Si on le considère, avec M. Schwendener, comme jouant surtout le rôle de soutien, il doit aussi disparaître dans un organe qui n'a pas besoin d'être soutenu. En effet, ainsi qu'on vient de le voir, le collenchyme ne se forme plus dans les parties enterrées, et cela peut s'expliquer par ces deux raisons.

— Dans l'*Aralia pentaphylla*, on constate également la disparition du collenchyme dans la partie souterraine; mais, pour ce tissu encore, on trouve, comme pour les autres appareils, le développement inégal qu'on a déjà signalé en étudiant le

(1) *Loc. cit.*

(2) *Einiges über das Collenchym* (Quelques remarques sur le collenchyme) (*Botanische Zeitung*, 1881, n° 10).

(3) Elle modère seulement la transpiration, car cette enveloppe est interrompue en un certain nombre de points où les cellules gardent la minceur de leurs parois et par lesquels s'établit la communication entre les stomates et le tissu chlorophyllien interne.

(4) *Loc. cit.*

développement de l'écorce et la production de la couche subéreuse (1). Dans la moitié de la tige où l'écorce est peu épaisse et le suber peu développé, on trouve encore du tissu collenchymateux (pl. II, fig. 14, *col*); la figure 14 représente cette région qui est, pour ainsi dire, intermédiaire entre la partie aérienne et la partie profondément enterrée. Au contraire, dans la moitié plus enfoncée dans le sol de la marcotte, le collenchyme a complètement disparu. C'est donc bien encore là un exemple de cette influence du milieu souterrain.

Les exemples de la disparition de ce tissu sont toujours nets. Il manque complètement dans la Courge enterrée, tandis qu'un anneau de collenchyme, formé de quatre ou cinq assises de cellules, existe sous l'épiderme de la tige aérienne de cette même plante; mais on ne voit pas, aux angles des cellules de ce tissu, des épaississements aussi forts que dans la tige de Pomme de terre. J'ai constaté les mêmes faits dans le Pois chiche. Les Labiées présentent quelque chose de particulier; la tige aérienne étant quadrangulaire, c'est aux angles que le collenchyme est très développé. J'ai recouvert de terre une tige aérienne de *Teucrium Scorodonia;* au bout de six mois, le tissu collenchymateux a totalement disparu de l'écorce. Il est difficile d'admettre, dans le cas des Labiées, que le collenchyme des angles soit un appareil modérateur de la transpiration puisqu'il ne s'étend pas sur les pans de la tige. C'est plutôt dans ces plantes un appareil de soutien, qui correspond à un faible développement du système d'affermissement du cylindre central.

En résumé, *le collenchyme diminue ou disparaît dans la partie souterraine.*

5° *Modification de l'endoderme.* — Dans une expérience faite sur le Pois chiche, j'ai comparé, entre-nœud par entre-nœud, les modifications qui se produisent dans l'endoderme. Cette assise tend à devenir méconnaissable en vieillissant. Dès le deuxième entre-nœud à partir du sommet, des cristaux com-

1) Voy. plus haut, p. 30.

mencent à apparaître dans l'endoderme de la partie aérienne et les plissements n'y sont plus distincts. A cette même hauteur, dans la tige souterraine, les cristaux n'existent pas et les ponctuations ordinaires de cette assise sont très nettes. Cette différence de structure se maintient à travers les entre-nœuds suivants. Cependant, au cinquième entre-nœud, dans la partie aérienne, on voit l'endoderme nettement divisé en deux cellules (pl. III, fig. 31, *end*); cette division se produit seulement à l'endroit où les fibres libériennes font saillie dans l'écorce et les cristaux se déposent uniquement dans les cellules de l'assise interne qui ont leurs parois subérifiées. Ainsi l'endoderme de la tige aérienne est déjà complètement transformé. Dans la tige enterrée, il reste encore visible avec ses plissements jusqu'au huitième entre-nœud; ainsi la figure 32 (pl. III, *end*) représente le cinquième entre-nœud de la tige souterraine : au neuvième entre-nœud, on voit enfin apparaître les cristaux dans cette assise et les ponctuations disparaissent. On voit donc que l'endoderme présente à l'origine de son développement des plissements qui disparaissent plus tard; par le séjour de la tige en terre, cette assise est retardée dans son évolution.

J'ai retrouvé des différences analogues dans la Courge et le Ricin. Dans une tige aérienne de Courge, l'endoderme, qui est séparé des fibres libériennes par plusieurs assises de parenchyme, est formé de grandes cellules sur les faces latérales desquelles on ne voit pas de plissements (pl. IV, *end*, fig. 35). Dans la tige de Courge rendue souterraine, elles existent très nettement (pl. IV, fig. 36, *d*). Comme, dans le Ricin, un seul entre-nœud était développé, j'ai comparé, dans les deux tiges de cette plante, des coupes passant par le milieu du premier entre-nœud. Dans la partie aérienne, les ponctuations de l'endoderme ne sont pas visibles (pl. V, fig. 48, *end*); on n'y trouve plus l'amidon qui se localise, pour cette assise, dans les parties jeunes. Au même niveau, dans la tige développée sous le sol, j'ai trouvé un endoderme très nettement caractérisé par ses plissements (pl. V, fig. 49, *end*). Il est à remarquer que

c'est, en général, en face des faisceaux primaires, là où le corps central fait une saillie dans l'écorce, qu'on voit d'abord disparaître les plissements de l'endoderme. La figure 27 (pl. III, *end*) montre cette disparition en *a* dans le *Solanum tuberosum*; en face du faisceau de la partie souterraine, on ne distingue point ce changement (fig. 28, *end*).

Ce dernier exemple, dans lequel les ponctuations endodermiques n'ont disparu qu'en partie dans la tige aérienne, peut servir de transition pour passer au cas où elles subsistent complètement dans la tige aérienne et la tige enterrée. Dans le *Mirabilis Jalapa* (pl. IV, fig. 46 et fig. 47, *end*) et le *Lupinus albus* (pl. IV, fig. 42 et fig. 43, *end*), le retard constaté précédemment dans le développement de l'endoderme de la tige souterraine sur celui de la tige aérienne n'est pas sensible.

On voit donc, en somme, que souvent l'endoderme d'une tige aérienne a une évolution plus rapide que l'endoderme d'une tige souterraine et que *les plissements de l'endoderme persistent moins longtemps dans la tige aérienne.*

6° *Réduction des fibres libériennes.* — En comparant l'allongement de Courges les unes aériennes, les autres enterrées, j'ai trouvé une longueur moyenne de 13^{cm},4 pour les premières, tandis que les tiges maintenues sous le sol avaient atteint 19 centimètres, en moyenne. Malgré la longueur plus grande de la tige souterraine, il y a un retard dans le développement d'un certain nombre de tissus. On a déjà vu que le collenchyme manque dans la tige enterrée; les fibres libériennes y disparaissent également (pl. IV, fig. 36). Dans la partie aérienne, ces fibres forment un groupe assez important (fig. 35, *fl*); elles sont très allongées longitudinalement, présentent des ponctuations tournantes (fig. 38, *fl*) et jaunissent très fortement par le sulfate d'aniline : elles sont donc lignifiées. — Dans le Ricin, la disparition est aussi complète (pl. V, fig. 48, et fig. 49, *fl*), dans la Ronce également (pl. I, fig. 4 et 5). L'*Aralia pentaphylla* présente les mêmes faits (comparez les fig. 13 et 14, pl. II). Quand il n'y a pas disparition totale,

il y a toujours réduction des fibres libériennes. Dans le Lupin, par exemple, on voit que, dans la partie aérienne (pl. IV, fig. 42, *fl*), les fibres libériennes forment un arc complet en face des faisceaux du bois (1). La figure 43 (pl. IV, *fl*) montre que, dans la tige souterraine, l'arc de fibres a une épaisseur bien moindre, et que, de plus, il se divise en plusieurs parties. Le Pois chiche présente une organisation semblable; les fibres apparaissent d'abord dans la tige aérienne; dès le quatrième entre-nœud, elles existent dans la tige souterraine, mais elles sont et restent toujours bien plus développées et plus nombreuses dans la partie aérienne (pl. III, fig. 31 et 32, *fl*). On peut remarquer que, dans ce cas, ces fibres atteignent l'endoderme sans laisser de couche entre elles et cette assise; on peut dire, dans ce cas, que l'assise périphérique a participé, comme cela arrive souvent, à leur formation.

Ainsi donc, sans exception, *les fibres libériennes diminuent ou même disparaissent dans la partie expérimentalement enterrée*. On a déjà vu précédemment que le collenchyme, qui est, en certains cas, nettement un tissu d'affermissement, disparaît dans les tiges souterraines; ici l'on voit un appareil, qui paraît être, avec plus de raison encore, destiné à soutenir la plante, diminuer ou même manquer entièrement dans une partie qui n'a pas besoin d'être soutenue; ce qui justifie par cela même sa fonction.

7° *Modification du liber mou et de la couche génératrice libéro-ligneuse*. — Dans la tige aérienne de Courge, ainsi qu'on l'a déjà vu, il existe du parenchyme libérien en dehors des fibres libériennes. Les tubes criblés sont nombreux dans le liber (pl. IV, fig. 38) et leur diamètre transversal est assez grand relativement à leur longueur; on distingue dans ce tissu libérien des séries longitudinales de cellules allongées, à paroi transversale horizontale, dont le contenu est extrêmement dense et granuleux (fig. 38, *a*) : elles existent surtout dans le

(1) Il est à remarquer que ces fibres n'envahissent pas une assise existant à la périphérie du cylindre central et comparable à l'assise périphérique des racines.

voisinage des tubes criblés. Dans la tige développée sous le sol (fig. 39), on ne rencontre pas les larges tubes criblés de la tige aérienne, ces tubes ont un plus faible diamètre; les fibres libériennes n'existent pas, mais on remarque des cellules à parois minces, très allongées dans le sens longitudinal, qui présentent des cloisons transverses obliques; enfin, on ne retrouve plus ici les files de cellules à contenu granuleux qui sont si nombreuses dans la tige aérienne. En même temps que le liber change d'aspect, la couche génératrice de la partie souterraine perd son importance (comp. fig. 35 et fig. 36). Il existe dans la tige aérienne, en outre d'une couche génératrice libéro-ligneuse externe très développée, une couche génératrice peu active située entre le bois et le liber interne; cette couche génératrice ne semble se multiplier que du côté de ce dernier tissu et ne produit point de bois vers l'extérieur. Une telle couche génératrice interne n'existe pas dans la tige souterraine.

Ainsi donc, dans la Courge aérienne, il y a deux couches génératrices : l'une, très puissante, libéro-ligneuse et externe; l'autre, à l'intérieur du bois et seulement libérienne; dans la Courge développée sous le sol, une couche génératrice externe seule est à peine ébauchée.

On observe également dans le Ricin des différences entre les tissus libériens des deux tiges aérienne et souterraine. Les éléments parenchymateux sont beaucoup plus importants dans la partie aérienne et les tubes criblés sont plus courts; l'allongement de ces tubes est en rapport avec l'allongement très important de la tige souterraine (pl. V, fig. 53 et 54). Mais la différence principale, qu'on remarque entre ces deux tiges, c'est le grand développement de la couche génératrice libéro-ligneuse de la tige aérienne. Cette couche, dans la partie souterraine, n'est pas bien distincte entre le bois et le liber et n'existe pas entre les faisceaux; dans la tige aérienne, elle est assez irrégulière dans le faisceau libéro-ligneux, mais cependant parfaitement reconnaissable; elle devient très nette et très régulière entre les faisceaux (comp. fig. 48 et fig. 49.

Le retard dans le développement de la couche génératrice des tiges souterraines se vérifie partout, dans le Pois chiche (pl. III, fig. 31 et fig. 32) où elle manque entre les faisceaux, dans le Lupin (pl. IV, fig. 42 et 43), dans les tiges de Pomme de terre (pl. III, fig. 29 et fig. 30). La comparaison des figures permet de voir, dans cette dernière plante, que le liber mou est formé d'un nombre bien plus considérable de cellules dans la tige aérienne que dans la tige souterraine, mais ces cellules sont bien plus grandes dans cette dernière.

En résumé, on voit que *le séjour sous terre retarde le développement des couches génératrices cambiales, qu'elles soient externes ou internes.*

8° *Modifications du bois.* — Puisque la couche génératrice libéro-ligneuse est arrêtée dans son développement chez les tiges enterrées, on doit y trouver un moindre développement dans les éléments ligneux. Le simple examen de deux faisceaux du Ricin (pl. V, fig. 48 et 49) permet de s'en convaincre immédiatement. Il existe, dans la tige aérienne, un certain nombre de vaisseaux non lignifiés indiquant l'activité de la couche génératrice; ces vaisseaux ne se retrouvent qu'en petit nombre dans la tige souterraine. La section longitudinale met ce fait en évidence (1) et permet de constater, en outre, un développement relatif plus grand du faisceau de la partie aérienne ainsi que l'existence de parenchyme ligneux entre les faisceaux (fig. 55 et 56).

— La Courge présente des faits analogues; la section transversale montre l'existence de très grands vaisseaux (pl. IV, fig. 35) environnés de parenchyme ligneux dans la partie aérienne; la figure 40 représente ces énormes vaisseaux en section longitudinale. La tige souterraine offre un développement bien moindre (fig. 36 et fig. 41).

Dans les tiges de Pomme de terre, on distingue deux sortes

(1) On voit que le protoplasma se groupe dans les cellules non encore transformées en vaisseaux aux endroits où la membrane s'épaissit, comme M. Strasbürger le figure dans son nouveau mémoire (*Wachsthum und Bau der Zellhäute*. Iéna, 1882).

de faisceaux libéro-ligneux ; les premiers formés sont au nombre de trois et ont pris un très grand développement ; les seconds existent entre les précédents et ont une importance bien moindre. Les modifications se produisent dans le même sens dans les deux sortes de faisceaux. Les grands faisceaux de la tige aérienne (pl. III, fig. 29) sont moins étalés que ceux de la tige souterraine (fig. 30) ; les vaisseaux de la première tige sont moins larges, mais bien plus nombreux. Des arcs de parenchyme ligneux relient ces grands faisceaux aux petits dans la tige aérienne (fig. 27), tandis que la tige souterraine ne présente rien de semblable (fig. 28).

Lorsqu'on coupe les parties aérienne et souterraine de l'*Aralia pentaphylla*, on constate deux aspects très différents. Au milieu du tissu verdâtre de la partie aérienne, il existe un anneau ligneux épais entourant une moelle réduite. La moelle, dans la portion souterraine, est considérable, blanche et spongieuse comme tout le tissu cortical ; cette moelle est bordée, en outre, par un cordon ligneux bien moins épais que dans la tige aérienne. Lorsqu'on examine la structure du bois de la partie développée en terre, on trouve que l'anneau présente deux sortes de faisceaux. Les uns, qui proéminent dans la moelle, sont les faisceaux primaires ; leurs vaisseaux annelés et spiralés sont entourés d'un tissu non lignifié (pl. II, fig. 16, *p*), ce dernier tissu étant bordé du côté de la moelle par un arc de fibres. Les autres faisceaux ne font pas saillie dans le tissu médullaire, et ne présentent pas de tissu non lignifié à leur extrémité interne. Entre ces faisceaux de deux sortes, il existe des rayons médullaires formés par deux plans de cellules aplaties dans le sens radial (fig. 16, *rm*). Dans la tige aérienne (fig. 15), on distingue bien encore les faisceaux de deux espèces, mais le parenchyme de la pointe des faisceaux a disparu et les trachées sont entourées de cellules lignifiées à parois épaisses (fig. 15, *a*) ; dans ces faisceaux, on constate que les fibres ligneuses (*l*) sont bien plus nombreuses et que les cavités des cellules sont moins grandes en moyenne ; cette dernière différence est surtout manifeste dans les cellules des

rayons médullaires (*rm*) qui sont, en outre, très allongées dans le sens radial. La lignification est donc moins avancée dans la région souterraine et l'épaisseur de l'anneau ligneux y est de 40 divisions micrométriques au lieu de 50 qu'on trouve dans la partie aérienne.

Dans le Pois chiche (pl. III, fig. 31 et 32), dans le *Pisum sativum*, la Capucine, la Ronce (pl. I, fig. 4 et 5), le Lupin (pl. IV, fig. 42 et 43) on constate toujours la diminution du tissu ligneux dans la partie souterraine.

Le *Mirabilis Jalapa* (pl. IV, fig. 46 et 47) semble, au premier aspect, présenter un développement à peu près semblable dans les deux tiges. J'ai répété deux fois l'expérience avec cette plante : la première a duré du 8 au 30 juin, la seconde du 8 juin au 11 juillet. Ces expériences n'ayant été faites que pendant un temps relativement court, je n'ai observé que les modifications qui se produisent dès le début. Les différences sont cependant nettes. Si l'on compte, dans plusieurs coupes, le nombre des vaisseaux formés et lignifiés d'un faisceau, on trouve les nombres suivants :

	NOMBRE DES VAISSEAUX D'UN FAISCEAU DE LA TIGE AÉRIENNE.			NOMBRE DES VAISSEAUX D'UN FAISCEAU DE LA TIGE DÉVELOPPÉE SOUS LE SOL.		
1re expérience.	11	22	22	9	10	11
	12	14	12	8	10	9
	12	15	13	11	9	8
			16			11
	Moyenne : 14,9			Moyenne : 9,6		
2e expérience.	18	22	20	13	15	12
	20	29	20	12	13	13
	28	23		12	14	
	Moyenne : 22,5			Moyenne : 13,2		

Dans les deux cas, aussi bien dans la première que dans la deuxième expérience où les tiges sont plus vieilles de onze jours, le résultat est donc le même; les vaisseaux formés sont plus nombreux dans la tige aérienne.

On peut donc dire, en général, que, *toutes les autres conditions étant les mêmes, le développement du bois est toujours moins grand dans la partie enterrée que dans la partie aérienne.*

9° *Changement dans le rapport de la moelle à l'écorce.* — M. Rauwenhoff (1) a montré, que la moelle et l'écorce se développent beaucoup dans les tiges des plantes étiolées. Assez souvent les plantes qui croissent sous le sol présentent un grand développement de ces deux parties. Cependant, tandis que dans le parenchyme cortical cet accroissement est général, il n'en est pas de même de la moelle. Comparons le rapport des épaisseurs de la moelle et de l'écorce. Voici les résultats obtenus pour quelques espèces :

NOMS DES ESPÈCES MISES EN EXPÉRIENCE.	TIGE AÉRIENNE.			TIGE SOUTERRAINE.		
	ÉPAISSEUR		RAPPORT de la moelle à l'écorce.	ÉPAISSEUR		RAPPORT de la moelle à l'écorce.
	de l'écorce.	de la moelle.		de l'écorce.	de la moelle.	
Aralia pentaphylla (partie profonde)......	25	110	4,4	90	280	3,1
Cicer arietinum.......	4	34	8,5	23	47	2
Cucurbita Pepo........	65	392	6	70	216	3
Faba vulgaris.........	7	85	12,1	65	130	2
Lupinus albus.........	48	45	0,94	60	35	0,5
Mirabilis Jalapa.......	90	85	0,94	120	70	0,5
Ricinus communis.....	45	185	4,1	58	174	3
Rubus fruticosus.......	10	145	14,5	25	120	4,08
Solanum tuberosum....	32	208	6	52	192	3
Teucrium Scorodonia..	5	60	12	9	54	6
Tropæolum majus......	18	120	6,6	26	125	4,8

(1) *Loc. cit.*

Ainsi le fait général, auquel jusqu'ici je n'ai pas trouvé d'exception, c'est que *le rapport de l'épaisseur de la moelle à celle de l'écorce est plus grand dans les tiges aériennes que dans les tiges enterrées.*

Le tableau précédent montre bien, en effet, que l'épaisseur de la moelle est quelquefois plus faible dans la tige souterraine (Lupin, *Mirabilis*, Ronce), mais le rapport de la moelle à l'écorce est toujours plus grand dans la tige aérienne que dans la tige enterrée.

10° *Production d'amidon dans la partie souterraine.* — La section de la tige aérienne de l'*Aralia pentaphylla* offre un aspect verdâtre, car la chlorophylle existe en assez grande abondance dans le parenchyme cortical, ainsi qu'à la périphérie de la moelle. Dans la partie souterraine, les tissus sont blanchâtres et la chlorophylle n'y existe pas ; on y trouve une grande quantité d'amidon, tandis qu'il n'y en a pas dans la partie aérienne. L'amidon existe surtout dans les tissus du centre de la tige : la moelle, les rayons médullaires, le parenchyme ligneux, le liber ; cette substance manque cependant dans la couche génératrice ; il existe aussi de l'amidon, mais en moins grande abondance, disséminé dans le parenchyme cortical.

Ainsi donc, pour cet exemple, *on voit qu'il s'accumule dans la partie souterraine une grande quantité d'amidon.* On verra quelle est la généralité de ce fait en étudiant les rhizomes.

II. — Tiges rendues souterraines et tiges étiolées.

Je me propose simplement, dans ce chapitre, de faire voir, par quelques exemples, que les tiges développées à l'obscurité et les tiges souterraines présentent des différences de structure importantes, et que l'absence de lumière n'est pas la seule cause des grandes modifications que l'on observe chez les plantes vivant sous le sol.

Je vais étudier successivement, dans ce but, trois espèces

appartenant à des familles très différentes : la Pomme de terre, le Ricin, la Courge.

1° *Solanum tuberosum*. — Une Pomme de terre, ayant germé dans une cave, avait produit une tige extrêmement longue, le rameau avait, en effet, plus d'un mètre. La partie jeune s'était développée hors d'un tas de sable dans lequel les dixième, onzième et douzième entre-nœuds étaient restés plongés. En examinant les entre-nœuds successifs à partir du point où la tige sort du sable et des deux côtés, on voit se produire un développement inverse de la feuille et du rameau né à son aisselle; on constate en même temps que les racines adventives s'accroissent parallèlement au rameau (pl. II, fig. 18). Au quatrième nœud à partir de l'extrémité de la tige qui est aérienne (fig. 19), on trouve une feuille étiolée assez grande tandis que le rameau n'est pas développé; aux nœuds suivants, on voit bientôt pointer les racines adventives, l'une en avant de la petite branche (plus rapprochée du sommet de la pousse entière), les autres latérales (fig. 20 et 21); en même temps, le rameau se développe et la feuille, en diminuant, tend à reprendre de plus en plus la forme d'écaille (fig. 20 à fig. 22). Enfin, dans la région complètement enterrée, l'écaille est réduite extrêmement, le rameau s'est allongé considérablement et neuf racines adventives existent maintenant autour de lui (fig. 23). On a déjà vu des différences analogues se produire entre la tige enterrée et la tige aérienne du *Solanum tuberosum*, mais les feuilles de la partie aérienne étaient plus développées.

D'après ce qui précède, on voit que la partie jeune de cette longue tige s'était développée à l'obscurité, la partie la plus âgée était restée sous terre. Il y a donc là les éléments de comparaison, si la partie plus jeune présente des tissus nouveaux ou une différenciation plus grande.

Les épaisseurs comparées des différentes régions étaient les suivantes :

TISSUS	ÉPAISSEUR DES TISSUS de la PARTIE SOUTERRAINE.	ÉPAISSEUR DES TISSUS de la PARTIE AÉRIENNE A L'OBSCURITÉ.
Écorce........	42	42
Liber..........	18	16
Bois..........	22	22
Moelle........	185	280

Il ressort de ce tableau comparatif que le diamètre de la tige aérienne étiolée est de beaucoup le plus grand, et que cette grande épaisseur est due au développement considérable de la moelle. Ce résultat concorde donc avec ceux obtenus par M. Rauwenhoff (1). On a vu, en effet, que, dans les parties enterrées, l'écorce se développe relativement plus que la moelle. Dans le cas dont il s'agit, la moelle de la partie aérienne étiolée est bien plus considérable que celle de la partie souterraine. C'est donc là une première différence importante. Il y en a une autre aussi nette. Dans la partie aérienne à l'obscurité, le parenchyme cortical est divisé en deux régions ; on observe l'existence du collenchyme à la périphérie, sous l'épiderme, tandis que, dans la région corticale interne, la paroi des grandes cellules, qu'on y trouve, reste mince. Dans la tige enterrée, il n'y a pas de collenchyme. On constate de plus, et seulement dans cette dernière partie, que l'épiderme est envahi par une substance brunâtre qui est le premier indice de la subérification et que l'amidon est abondant dans la moelle et l'écorce.

En résumé, *dans la tige aérienne étiolée, la moelle est beaucoup plus épaisse et le collenchyme existe* dans le parenchyme cortical. Ce dernier tissu n'est cependant pas à beaucoup près

(1) *Loc. cit.*

aussi développé que dans la partie aérienne (1). L'existence du collenchyme, dans la tige aérienne développée à l'obscurité, semble justifier plutôt l'opinion de M. Giltay (2) que celle de M. Schwendener. La tige était rampante, le collenchyme n'était donc pas un appareil de soutien, et, comme la transpiration est encore active à l'obscurité, le rôle de modérateur de la transpiration peut être admis pour ce tissu; de plus, à la lumière une plante transpire plus qu'à l'obscurité, l'appareil modérateur de la transpiration n'a donc pas besoin d'être aussi puissant dans ce dernier cas.

2° *Ricinus communis.* — Les tiges de Ricin s'allongent énormément à l'obscurité, et bien plus que sous terre. J'ai fait germer trois séries de graines de cette plante, les unes à la lumière, les autres sous le sol, les dernières enfin à l'air et à l'obscurité. La longueur moyenne était de 6 centimètres pour les tiges aériennes, de 25 centimètres pour les tiges souterraines, et de 40 centimètres pour les tiges aériennes développées à l'obscurité. Malgré l'allongement de ces dernières tiges, presque tous leurs tissus indiquent un ralentissement dans la vie générale de la plante. L'endoderme, qui ne présente pas de plissements dans la tige aérienne, en offre de très visibles dans les deux autres tiges poussées sous terre et dans l'air à l'obscurité (pl. V, fig. 49 et 50). Le liber présente une singularité : les fibres libériennes, si bien développées dans la tige aérienne, manquent dans la tige souterraine. Quoique la tige aérienne étiolée montre, relativement à la tige enterrée, un retard sensible dans le développement du liber mou, les fibres libériennes sont bien développées cependant dans cette dernière tige. La couche génératrice libéro-ligneuse n'existe pas en face des faisceaux de ces deux dernières plantes anomales, tandis qu'elle est déjà bien indiquée dans le faisceau de la partie aérienne (fig. 48, 49 et 50).

On voit donc que l'on constate, dans cette plante, le *même retard dans le développement de l'endoderme*, de la tige

(1) Voy. pl. III, fig. 27.
(2) *Loc. cit.*

aérienne étiolée et de la tige enterrée; en outre, les *fibres libériennes apparaissent plus vite* dans la première tige. L'apparition précoce de ce dernier tissu est probablement en rapport avec l'allongement extraordinaire de la tige étiolée, nécessitant le développement rapide des éléments de soutien.

3° *Cucurbita Pepo.* — On retrouve dans la Courge des différences analogues aux précédentes. Le collenchyme de la partie aérienne est peu développé, il se retrouve dans les tiges poussées à l'obscurité, mais très dégradé, ce tissu manque même en un certain nombre de points. Le collenchyme n'existe pas du tout dans la tige enterrée. On trouve le même retard que dans le Ricin dans le développement de l'endoderme chez les deux tiges anomales, car les ponctuations de cette assise y sont bien visibles. Je n'ai pas retrouvé, dans les tiges de Courge développées à l'abri de la lumière et à l'air, le développement précoce des fibres libériennes que je viens de signaler dans le Ricin. Le liber mou, dans cette dernière plante, est très développé, mais la couche génératrice externe libéro-ligneuse, qui est légèrement indiquée dans la Courge enterrée, manque dans la Courge étiolée. Comme conséquence de ce dernier fait, le faisceau du bois est extrêmement peu développé dans cette dernière tige (pl. IV, fig. 37); en sorte que, relativement au tissu ligneux, on constate une dégradation très marquée de la tige aérienne à la tige souterraine et de celle-ci à la tige étiolée et aérienne.

En résumé, *les ponctuations de l'endoderme sont visibles seulement dans les deux tiges développées à l'abri de la lumière;* la couche génératrice libéro-ligneuse est bien indiquée et les faisceaux du bois sont bien développés dans la tige souterraine, tandis que la *couche génératrice n'existe pas encore, et les faisceaux ligneux sont très peu développés* dans la tige aérienne développée à l'abri de la lumière.

Malgré ce retard, qui vient d'être signalé, le collenchyme peut cependant exister dans les tiges aériennes maintenues à l'obscurité, tandis qu'il disparaît dans les tiges souterraines.

Il résulte donc bien de cette étude qu'il y a des différences

importantes entre la tige maintenue sous le sol et la tige aérienne étiolée; c'est là seulement ce que je me suis proposé de montrer dans ce présent chapitre.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES DE LA PARTIE EXPÉRIMENTALE.

On peut déduire de l'ensemble des recherches que je viens d'exposer, que le séjour sous le sol, en changeant les conditions d'existence des cellules de la plante, peut modifier tous les tissus de la tige.

Les tissus périphériques, comme on pouvait facilement le supposer, éprouvent très vite de grandes transformations. L'épiderme, simplement cuticularisé dans la tige aérienne, commence à se subérifier; cette subérification tend à envahir toutes les faces des cellules de cette assise et souvent elle s'étend aux assises sous-jacentes. Les cellules ainsi subérifiées, se trouvant alors isolées des tissus plus internes de la plante, ne tardent pas à mourir. La mortification menaçant d'atteindre les couches profondes, il tend à se former une couche génératrice de liège qui isole les cellules mortes des cellules restées vivantes et forme une espèce de muraille devant laquelle la destruction s'arrête.

Pendant que se produit autour de la tige ce tissu de protection puissant, l'écorce augmente beaucoup d'épaisseur; ce changement tient, à la fois, à l'augmentation du volume des cellules du parenchyme cortical et à leur multiplication. L'accroissement en volume et en nombre de ces cellules peut s'expliquer par la diminution de la transpiration et par l'absence de lumière.

La transpiration étant considérablement entravée dans les plantes vivant sous le sol, on conçoit que le collenchyme, dont les cellules ont les parois très épaisses, arrêterait, dans une certaine mesure, la faible transpiration qui subsiste encore; ce tissu disparaît dans la partie souterraine. On a attribué aussi au collenchyme un rôle de soutien pour la tige aérienne; la

tige enterrée n'ayant pas besoin d'être soutenue, on peut comprendre encore, par cette raison, que le collenchyme ne s'y développe pas.

La dernière assise de l'écorce, l'endoderme, peut se modifier également. Dans la partie souterraine, les cellules de cette assise restent longtemps à la première phase de leur évolution; les plissements des parois latérales y sont souvent visibles pendant plus de temps que dans la tige aérienne; enfin, la subérification, qui envahit souvent les parois entières de cette assise, s'y montre plus tardivement. Il y a donc un retard dans le développement de l'endoderme chez les plantes maintenues sous le sol.

Ce retard est très manifeste également dans les faisceaux libéro-ligneux; l'activité de la couche produisant le bois et le liber est extrêmement ralentie dans la tige maintenue enterrée. Dans le faisceau, entre le bois et le liber, cette couche est très peu développée, et souvent elle manque complètement d'un faisceau à l'autre, tandis que, chez les tiges aériennes, elle est, dans les régions comparables, très développée dans ces deux parties.

De ce faible développement de la couche génératrice, il résulte un retard dans l'évolution du faisceau du liber et dans celui du bois. Dans le liber, les fibres sont très peu nombreuses ou manquent complètement; on retrouve bien les cellules allongées à parois obliques qui doivent les former, mais les parois ne s'épaississent pas. Il semble assez naturel de trouver dans la tige enterrée un moindre développement de ces fibres dont l'un des rôles principaux est de supporter la tige aérienne. La formation des éléments ligneux subit un ralentissement très manifeste; les vaisseaux ne se forment qu'en petit nombre et la lignification des cellules parenchymateuses environnant les vaisseaux est faible ou nulle. La lignine se produit donc difficilement dans les éléments du bois et les fibres libériennes.

La moelle, quoique ce tissu soit au centre de la tige, subit également l'influence du sol. On trouve, d'une façon générale, que le rapport de la moelle à l'écorce est plus grand dans la tige aérienne que dans la tige souterraine.

Enfin, l'amidon peut se montrer dans les tiges enterrées.

En résumé, dans les tiges maintenues sous le sol, on voit que :

1° *L'épiderme se subérifie.*

2° *Une couche subéreuse peut naître vers la périphérie.*

3° *Le parenchyme cortical augmente.*

4° *Le collenchyme disparaît.*

5° *Les plissements de l'endoderme sont plus longtemps visibles.*

6° *Les fibres libériennes sont peu développées ou manquent.*

7° *La couche génératrice libéro-ligneuse est moins active.*

8° *Les faisceaux du bois sont moins développés et la lignification ne se produit que difficilement.*

9° *Le rapport de la moelle à l'écorce est plus faible que dans la tige aérienne.*

10° *Il peut se former de l'amidon.*

Ces variations étant trouvées, je vais chercher, en comparant les tiges souterraines naturelles aux tiges aériennes de la même plante, si l'on observe des différences analogues à celles qui viennent d'être indiquées.

COMPARAISON
DES TIGES AÉRIENNES ET SOUTERRAINES
NATURELLES

Dans les plantes ayant naturellement des tiges souterraines, l'action du milieu doit être bien plus profonde que chez celles dont il vient d'être question dans la première partie de ce travail.

En effet, dans les expériences précédentes, le séjour des plantes sous terre a duré très peu de temps, quelques semaines le plus souvent; dans plusieurs cas cependant, ces tiges ont été maintenues pendant six mois sous le sol, enfin une expérience a été continuée une année entière. On a vu, d'après les résultats exposés précédemment, que, malgré la brièveté de la plupart de ces expériences, il n'est pas de tissu qui n'ait été modifié par ce changement de milieu. Les expériences font penser, par l'ensemble très concordant des résultats, que les mêmes modifications doivent se retrouver dans les rhizomes. Seulement, comme dans ces derniers organes le séjour sous le sol se prolonge beaucoup plus que pour les plantes examinées dans la partie expérimentale, les transformations doivent être plus intenses.

Je vais donc comparer maintenant les tiges aériennes et les tiges souterraines de la même plante dans un grand nombre d'espèces. Je chercherai quelles sont les différences analogues à celles que j'ai trouvées expérimentalement et par conséquent dues à l'influence directe du milieu. Je regarderai les autres modifications comme morphologiquement héréditaires (1).

(1) Je décrirai les familles que j'ai eu l'occasion d'étudier dans l'ordre suivant lequel elles sont rangées dans la classification de Brongniart. Dans chaque famille, je choisirai un type que e décrirai avec détail et auquel je comparerai ensuite les autres.

PAPILIONACÉES.

Les Papilionacées présentent de faibles différences entre leurs parties aériennes et leurs parties souterraines; aussi cette famille peut-elle bien servir de point de départ.

I. *Genista sagittalis*. — Si l'on examine d'abord un type singulier, le *Genista sagittalis*, on trouve entre sa tige aérienne et sa tige souterraine des différences nombreuses, parmi lesquelles quelques-unes ne tiennent pas au milieu. La tige aérienne offre trois ailes très saillantes qui présentent, dans une section transversale, la coupe d'un limbe de feuille. A l'extrémité de ces appendices, on trouve un léger renflement dans lequel il existe un très important groupe de fibres disposées symétriquement par rapport au plan médian de l'appendice, ces fibres font partie du liber d'un faisceau libéro-ligneux dont la partie vasculaire est très réduite. On constate, en outre, dans chaque aile, la présence d'un certain nombre de faisceaux libéro-ligneux dans lesquels les fibres libériennes sont très grosses sinon très nombreuses. Le système de soutien de ces appendices est donc bien développé. Entre ces grandes saillies, la tige en présente de plus petites qui contiennent des fibres libériennes englobées souvent dans un prolongement étranglé du cylindre central. L'endoderme ne présente pas de ponctuations, il forme une couche régulière à la périphérie du liber; ce dernier est disposé en anneau régulier montrant des fibres distribuées irrégulièrement vers l'extérieur. Le bois forme un anneau entier dans lequel on distingue les faisceaux primaires, grâce au parenchyme non lignifié entourant les trachées et se détachant sur le fond de la moelle; cette dernière est légèrement imprégnée de lignine.

Dans la partie souterraine, on voit que la tige est absolument circulaire, les ailes manquent complètement. Quoique cette tige soit plus âgée, les fibres libériennes sont peu nombreuses et ne forment pas des groupes importants comme dans

la tige aérienne. Les faisceaux du bois forment un anneau très épais dans lequel les fibres existent en assez grande abondance. Mais le fait le plus saillant est la réduction considérable de la moelle relativement à l'anneau ligneux qui est si puissant. Une assise subéreuse très importante existe à la périphérie de cette tige.

On voit donc que les différences qui existent entre les deux parties de la tige sont très nombreuses; mais certaines sont spéciales à l'espèce dont il s'agit. D'abord les ailes de la tige aérienne sont évidemment des productions particulières, résultant de la soudure de la tige avec les feuilles; la formation de ces ailes sur la tige aérienne est un fait morphologique, tenant à l'espèce dont il s'agit, et n'ayant pas de rapport avec le milieu. L'épaississement considérable de l'anneau du bois dans la tige souterraine tient à l'âge avancé de cette région. La production de la couche subéreuse peut tenir à l'âge et au milieu. Il existe cependant des différences qui tiennent uniquement au milieu : l'arrondissement de la tige enterrée est une modification que j'ai pu produire expérimentalement dans le *Teucrium Scorodonia;* en second lieu, le faible développement des fibres libériennes dans cette partie de l'axe, comparé à l'accroissement considérable de l'anneau du bois, indique une grande dégradation des éléments de soutien; mais c'est surtout dans la diminution considérable de la moelle que se montre le résultat le plus net du séjour sous le sol de cette partie de la plante. Ainsi on trouve pour les épaisseurs comparées de la moelle et de l'anneau ligneux :

TISSUS.	TIGE AÉRIENNE.	TIGE SOUTERRAINE.
Anneau ligneux......	10	70
Moelle..............	50	20

II. Je vais maintenant examiner les autres plantes de cette famille que j'ai pu étudier.

1° *La tige souterraine devient ronde.* — La disparition des angles et des saillies est manifeste dans la partie souterraine de l'*Orobus tuberosus;* la tige aérienne de cette espèce présente trois saillies qui ne se montrent plus dans le rhizome. J'ai vérifié le même fait dans le *Coronilla minima*, le *Vicia tenuifolia*, le *Lotus uliginosus*, le *Lathyrus sylvestris*, etc.

2° *Modification de l'épiderme et des tissus externes.* — Dans le *Vicia tenuifolia*, l'épiderme de la partie aérienne est simplement cuticularisé; cette assise, au contraire, s'imprègne dans la partie souterraine d'une substance noirâtre qui envahit aussi l'assise sous-jacente. Le *Coronilla minima* offre une particularité dans les cellules épidermiques de la tige aérienne; elles jaunissent fortement par le sulfate d'aniline, ce qui montre que leur paroi externe est lignifiée; dans la partie souterraine, l'épiderme subsiste encore en un petit nombre de points où l'écorce n'est pas encore exfoliée, et ses parois y sont brunâtres. La subérine, qui précédemment n'atteignait que les assises sous-jacentes à l'épiderme, se propage dans presque toute l'écorce chez le *Galega orientalis*. On retrouve les mêmes modifications dans le *Lotus uliginosus*.

3° *Collenchyme.* — Le collenchyme existe seulement dans l'assise sous-épidermique de la tige aérienne de *Coronilla minima*, mais il y est très développé; partout où l'écorce subsiste encore dans la tige souterraine, ce tissu a disparu.

4° *Endoderme.* — On a vu que dans la tige souterraine du *Lotus uliginosus* l'épiderme est brunâtre, la subérine peut envahir presque toute l'écorce; il ne se forme pas de couche subéreuse à la périphérie de la tige, cette couche se produit dans l'endoderme. Si l'on coupe deux tiges de cette plante, l'une souterraine et l'autre aérienne, en des points séparés tous les deux du sommet par dix entre-nœuds, on remarque des différences sensibles dans la constitution de cet endoderme. Il y a un léger retard dans la multiplication des cellules de la partie aérienne. En effet, les faisceaux libéro-ligneux font des saillies dans l'écorce; à l'endroit d'un de ces bombements, on voit, dans la partie aérienne, que les fibres libériennes sont

en contact immédiat avec l'endoderme, dont les cellules sont divisées en deux; on peut encore distinguer les ponctuations endodermiques sur la moitié externe. Si l'on examine la tige souterraine au même niveau, les divisions de l'endoderme sont plus nombreuses en face des fibres libériennes, car il y a trois et quatre assises de cellules en cet endroit. La couche génératrice subéreuse tend donc à se produire plus vite dans la tige enterrée (1). Dans le *Galega orientalis*, l'endoderme est également en voie de division dans le rhizome; la couche subéreuse présente quatre assises de cellules; la tige aérienne étant jeune, l'endoderme n'est pas divisé. Dans le *Trifolium alpestre*, on retrouve les mêmes faits dans la tige souterraine; pendant ce temps, l'endoderme de la tige aérienne présente des cristaux analogues à ceux qui ont été déjà trouvés dans le Pois chiche. Ces cristaux se montrent également chez le *Vicia tenuifolia* dans cette assise qui est écrasée par le développement des fibres libériennes.

5° *Fibres libériennes.* — Les fibres libériennes sont très réduites dans la tige souterraine du *Coronilla minima* relativement à celles de la tige aérienne; comme la partie aérienne était plus jeune que la partie enterrée, on ne peut attribuer la réduction observée à un âge moins avancé. La tige aérienne de l'*Orobus tuberosus* présente trois saillies soutenues par des groupes très importants de fibres libériennes; ces groupes sont extrêmement réduits dans le rhizome. Chez le *Vicia tenuifolia*, on constate, dans la tige souterraine, une décomposition des groupes les plus épais des fibres libériennes de la partie aérienne en petites agglomérations moins importantes. Cette dissociation des faisceaux de fibres est également très sensible dans l'*Ononis natrix*; les fibres libériennes de la tige aérienne de cette plante forment des arcs étalés, composés d'un grand nombre de fibres, qui existent sur toute la périphérie du cylindre central en restant indépendants les

(1) Ici elle se produit dans une assise spéciale, l'endoderme; le développement ordinaire de cette assise est complètement modifié par la naissance de ces divisions.

uns des autres. Dans la partie souterraine, ces arcs sont dissociés en un grand nombre de petits groupes. Il est à remarquer que la diminution de ces fibres est faible dans cette famille bien moins nette et moins complète que dans celles qui la suivent dans cet exposé.

6° *Bois.* — On a déjà vu qu'il existe un anneau ligneux très puissant et complet dans la partie souterraine du *Genista sagittalis*. L'*Orobus tuberosus*, qui a un rhizome très net, présente également un anneau ligneux dans cette partie de la tige; on reconnaît dans cette plante la situation des faisceaux primaires à ce qu'ils font une saillie dans la moelle; dans cette saillie, qui est très importante, leur individualité est presque complète, car le parenchyme ligneux qui les relie est peu développé. On retrouve partout l'anneau ligneux : dans le *Coronilla minima*, l'*Ononis natrix*, le *Medicago Lupulina* et le *Galega orientalis*. Enfin, dans la tige enterrée du *Lotus uliginosus*, les faisceaux étaient très peu développés, aussi étaient-ils séparés, mais la couche génératrice existait entre eux; il en est de même de la partie souterraine du *Trifolium alpestre*.

7° *Développement comparatif de l'écorce et de la moelle.* — On trouve parmi les Papilionacées, des cas bien caractérisés d'augmentation de parenchyme cortical et de diminution de la moelle dans les tiges souterraines. L'*Hippocrepis comosa* présente les épaisseurs suivantes pour la moelle et l'écorce :

TISSUS.	TIGE AÉRIENNE.	TIGE SOUTERRAINE.
Écorce...............	13	2
Moelle................	50	25

On voit donc, qu'en passant de la tige aérienne à la tige souterraine, l'épaisseur de l'écorce arrive à dépasser le double de sa valeur primitive, tandis que la moelle diminue de moitié. Ces résultats s'accordent donc bien avec ceux qui ont été trouvés expérimentalement : le parenchyme cortical s'ac-

croît dans les tiges enterrées, et le rapport de la moelle de l'écorce est plus petit dans ces dernières tiges que dans les tiges aériennes.

On obtient des résultats semblables dans d'autres plantes de cette famille :

NOMS DES ESPÈCES.	TISSUS.	TIGE AÉRIENNE.	TIGE SOUTERRAINE.
Orobus tuberosus.....	Écorce............	7	15
	Moelle............	78	30
Vicia tenuifolia......	Écorce............	7	50
	Moelle............	70	60
Coronilla minima.....	Écorce............	5	12
	Moelle............	40	35

On voit que, dans ces plantes, ce n'est pas seulement le rapport de la moelle à l'écorce qui diminue en passant de la tige aérienne à la tige souterraine; la valeur absolue du diamètre de la moelle est moindre, tandis que l'épaisseur du parenchyme cortical augmente.

Dans la dernière plante citée, le parenchyme cortical était presque complètement exfolié en certains points, l'écorce entière subsistant en d'autres; si l'exfoliation de cette partie avait été complète, la comparaison du bois et de la moelle aurait pu être aussi concluante que celle de ce dernier tissu avec l'écorce.

Dans le *Genista tinctoria*, je n'ai observé qu'une tige souterraine dans laquelle le parenchyme cortical avait été en partie exfolié; l'anneau ligneux avait pris une importance considérable, car cette région était beaucoup plus âgée que la partie aérienne; la moelle était, au contraire, très réduite. Voici les épaisseurs comparées du bois et de la moelle dans ces deux dernières plantes :

NOMS DES ESPÈCES.	TISSUS	TIGE AÉRIENNE.	TIGE SOUTERRAINE.
Coronilla minima....	Épaisseur du bois..	7	30
	Moelle............	40	35
Genista tinctoria.....	Épaisseur du bois..	14	130
	Moelle............	65	30

La réduction de la moelle est donc toujours très nette.

8° *Amidon de la partie souterraine.* — Le *Lotus uliginosus* permet de constater un fait intéressant. Tant qu'on examine la partie aérienne de cette plante, on trouve de la chlorophylle dans l'écorce, et on constate la présence d'une très faible quantité d'amidon dans le tissu médullaire. Dès qu'on passe à la partie souterraine, on voit apparaître presque partout l'amidon en très grande abondance. Ce qu'il faut surtout noter, c'est que, tandis qu'on passe de la structure de la partie aérienne à celle de la partie souterraine en franchissant une série de stades intermédiaires, on trouve brusquement l'amidon en grande abondance dès qu'on a atteint une région qui se trouve au-dessous du niveau du sol. Cette substance existe également dans l'*Orobus tuberosus*, le *Vicia tenuifolia*, etc.

C'est surtout en étudiant le passage de la partie aérienne à la partie souterraine qu'on peut arriver à mettre en évidence l'influence du milieu, bien mieux qu'en comparant des tiges d'âges très différents. Aussi vais-je étudier ce passage dans une plante de cette famille.

III. *Lathyrus sylvestris.* — La tige aérienne de cette plante est quadrangulaire; les cellules de l'épiderme, fortement cuticularisées, se colorent par la fuchsine dans la partie extérieure de la membrane. Aux angles de la tige, dans l'écorce, se trouvent des groupes de fibres. La chlorophylle existe dans le parenchyme cortical, principalement dans les cellules sous-épidermiques. L'endoderme, qui termine l'écorce, est formé

de cellules beaucoup plus petites que celles du parenchyme cortical, qui présentent les plissements caractéristiques de cette assise. Le corps central est prismatique, il offre à sa périphérie six groupes de fibres libériennes qui correspondent à six faisceaux libéro-ligneux. Les fibres précédentes sont formées aux dépens de l'assise immédiatement en contact avec l'endoderme et les assises sous-jacentes. Les faisceaux du bois sont disposés de façon que les quatre plus importants soient rapprochés deux à deux, ces deux groupes étant largement séparés par deux faisceaux intermédiaires. La moelle, formée de grandes cellules, est bien développée.

Au niveau du sol, la tige présente déjà des caractères différents; elle devient ronde, et son diamètre augmente beaucoup. L'épiderme se compose de cellules dont la membrane externe est déjà noircie. Dans le parenchyme cortical, les cellules se sont considérablement accrues en volume; l'endoderme est aussi formé de cellules plus grosses. A ce niveau, il reste entre les fibres libériennes et l'endoderme une assise de cellules à parois minces. Pendant que le diamètre des cellules de l'écorce croît, ainsi que cela vient d'être dit, celui des cellules de la moelle diminue, au contraire, très nettement.

Au-dessous de la surface du sol, le diamètre de la tige s'accroît toujours; les cellules de l'épiderme se subérifient de plus en plus; l'écorce prend un développement de plus en plus grand; enfin la moelle, extrêmement réduite, est formée de cellules plus petites que celles de l'écorce, tandis que, dans la partie aérienne, l'inverse avait lieu. En même temps que ces diverses modifications se produisent, il s'emmagasine dans toutes les cellules de la moelle et de l'écorce une très grande quantité d'amidon. Ce qu'il y a surtout de spécial, c'est que la diminution des fibres libériennes n'est pas encore sensible. Ainsi, l'apparition de l'amidon, l'accroissement de l'écorce, la réduction de la moelle, la subérification de l'épiderme se font très brusquement, tandis que la réduction des fibres libériennes se produit dans une partie, beaucoup plus profonde du sol.

On constate, en effet, au neuvième entre-nœud de la partie souterraine, la diminution très nette de ces fibres. Cette réduction porte aussi bien sur les fibres qui existent dans l'écorce que sur celles du cylindre central. Les faisceaux du bois sont, au contraire, bien développés et constitués maintenant par quatre faisceaux, deux grands alternant avec deux petits et formant un anneau presque complet. A cet endroit, la tige est absolument ronde. Ce sont donc les fibres qui subissent en dernier lieu l'influence du milieu.

En terminant l'étude des Papilionacées, on peut remarquer que les différences constaté es entre les tiges aériennes et les tiges souterraines sont faibles, et que la diminution des fibres libériennes est peu importante. Cependant on retrouve dans ces plantes des variations bien nettement dues au séjour sous le sol des régions souterraines de la tige :

1° *L'épiderme est envahi par la subérine* ; 2° *le parenchyme cortical s'accroît* par l'augmentation du nombre et du volume de ses cellules ; 3° *le diamètre de la moelle diminue considérablement ;* 4° *une couche subéreuse tend à se développer rapidement* dans l'endoderme de la tige enterrée ; 5° *les fibres libériennes deviennent moins importantes en nombre ;* 6° *l'amidon existe en grande abondance ;* 7° *la tige tend à devenir ronde.*

ROSINÉES (1).

Les différences de structure entre les tiges aériennes et souterraines des Papilionacées sont en somme peu saillantes ; l'étude des Rosinées va présenter des différences plus considérables et surtout plus frappantes. Je vais prendre le *Spiræa Filipendula* pour type.

I. *Spiræa Filipendula.* — La tige aérienne présente un épiderme qui se colore légèrement en jaune par le sulfate

(1) Je n'ai pas cru devoir séparer les familles de cette classe parce que les plantes qui la forment constituent un tout homogène.

d'aniline; cette lignification ne s'étend pas seulement à la paroi externe, elle atteint la paroi interne et même régulièrement l'assise sous-jacente. Le parenchyme cortical est réduit et formé de cinq ou six assises de cellules d'un diamètre assez faible. Le corps central est bordé par une assise régulière de cellules ne présentant pas de ponctuations sur les faces latérales. A la périphérie du corps central, il existe un anneau de soutien très développé dans lequel on peut distinguer deux parties. On voit d'abord des groupes importants de fibres très petites en face de chacun des faisceaux; on trouve ensuite, entre les faisceaux libéro-ligneux, de grandes cellules à parois très épaissies, mais à cavité moins réduite que dans les fibres précédentes. Ces dernières cellules proviennent évidemment de la transformation du tissu fondamental. Quant aux premières, avec un peu d'attention, on arrive à distinguer vers le centre, du côté du liber mou, un groupe de fibres à cavité plus grande qui sont en continuité avec le liber et qui représentent des fibres libériennes, tandis que les fibres plus externes proviennent de la différenciation du tissu fondamental. Les faisceaux du bois sont aussi peu développés que les faisceaux du liber; il n'y a pas de couche génératrice entre ces deux sortes de faisceaux. Les faisceaux libéro-ligneux sont donc fermés; étant emprisonnés de tous les côtés, ils ne peuvent pas prendre d'extension. En effet, même du côté de la moelle, les cellules mécaniques existent et contournent complètement le faisceau du bois; elles forment un arc interne à concavité tournée vers l'extérieur qui ne touche pas les trachées, car il existe un parenchyme non lignifié autour de ces derniers vaisseaux. Ce tissu est formé de cellules légèrement allongées, ne constituant pas un vrai liber interne, car on n'y trouve pas de tubes criblés; cependant, il semble qu'on pourrait peut-être regarder ce tissu comme le représentant avorté du liber qui existe chez un grand nombre de familles. Enfin, on trouve une moelle très importante relativement au parenchyme cortical, lignifiée à la périphérie et résorbée au centre de la tige.

Le rhizome de cette Spirée présente une structure tout à fait différente. Une couche épaisse subéreuse se montre d'abord à la périphérie. Dans la partie interne de cette couche très puissante et très régulière, on distingue deux assises de cellules contenant un suc jaune rougeâtre; ces deux assises sont séparées entre elles par d'autres cercles de cellules contenant un protoplasma incolore; en outre, la substance rougeâtre précédente s'accumule dans toutes les cellules les plus externes de la couche subéreuse. Par l'activité de cette couche génératrice, l'écorce primaire a été exfoliée, et le tissu qu'on rencontre alors vers la périphérie, mais à l'intérieur du suber, est formé par le liber sans fibres qui a pris un grand développement. Ce développement peut se concevoir : en effet, l'anneau fibreux qui existe à la périphérie du cylindre central de la tige aérienne disparaît complètement, il ne subsiste même plus une seule fibre libérienne; cet appareil ayant disparu, on comprend que la couche génératrice libéro-ligneuse entre en puissante activité, et que le liber prenne une grande extension. Ce liber est formé en section transversale de cellules empilées les unes derrière les autres dans le sens radial; cette disposition, qui est la preuve de la grande activité de la couche génératrice, se montre également en dehors des rayons médullaires qui sont très développés. En section longitudinale, on voit que les tubes criblés sont peu nombreux dans le tissu libérien. Pendant que la couche génératrice produit ce liber à l'extérieur, elle forme également des vaisseaux ligneux en grande abondance, car les faisceaux du bois sont extrêmement allongés ; ils restent isolés comme dans la tige aérienne, séparés par de très grands rayons médullaires. Dans la tige aérienne, les rayons médullaires se lignifient; dans le rhizome, la lignification ne se produit pas dans ce tissu. La lignine, qui manque dans les rayons médullaires, se dépose très irrégulièrement dans les faisceaux ligneux eux-mêmes; ces faisceaux sont, en effet, constitués par des vaisseaux lignifiés mêlés sans ordre à du parenchyme non atteint par la lignification. Enfin, la moelle non lignifiée est assez puissante.

En résumé, on trouve entre la tige aérienne et le rhizome les différences suivantes :

1° Il se forme dans la partie souterraine une couche subéreuse très puissante qui exfolie l'écorce primaire.

2° L'anneau de soutien très important de la tige aérienne disparaît complètement dans le rhizome.

3° L'assise génératrice libéro-ligneuse entre en grande activité dans ce dernier et produit d'énormes faisceaux libéro-ligneux, tandis que les faisceaux sont fermés dans la tige aérienne (1).

4° Dans le rhizome, les faisceaux libériens n'ont pas de fibres et les faisceaux ligneux n'ont, comme éléments lignifiés, que les vaisseaux.

II. Examinons maintenant les modifications qu'offrent les autres plantes de la classe des Rosinées.

1° *Développement de l'assise subéreuse.* — On a déjà vu, en étudiant la Ronce, que, chez cette plante, il naît dans l'endoderme une couche subéreuse; on a vu également que cette couche prend un grand développement dans l'extrémité qui s'enterre naturellement (2), c'est-à-dire la plus jeune. Il s'agit maintenant de chercher, dans les différentes Rosinées que j'ai eu l'occasion d'étudier, où naît la couche subéreuse.

Si l'on examine une tige aérienne d'*Alchimilla vulgaris*, on trouve un endoderme formé de cellules très régulières qui se distinguent de celles du reste du parenchyme cortical par leur petitesse; leurs parois latérales ne présentent pas de ponctuations, elles sont complètement subérifiées. Dans un rhizome jeune de cette plante, on retrouve cette assise formée de petites cellules, et dédoublée en plusieurs endroits; en outre, on voit apparaître en plusieurs points de cette couche la

(1) On a vu, dans la partie expérimentale, que la couche cambiale est retardée dans son développement lorsque l'on compare des tiges du même âge; les deux régions de la même tige que l'on compare ici sont d'âges très différents.

(2) Voy. plus haut, p. 22.

matière rougeâtre qui a déjà été signalée dans le *Spiræa Filipendula*. Enfin, dans un rhizome plus vieux d'*Alchimilla*, on trouve, en dedans de l'écorce qui n'est pas encore exfoliée, cet endoderme divisé en six ou sept assises de cellules. C'est donc bien l'assise endodermique qui a donné naissance, dans ce cas, à la couche subéreuse. La matière rouge, qui n'avait fait qu'apparaître précédemment, prend ici un grand développement et se trouve répartie sur plusieurs assises de cellules.

J'ai constaté des faits analogues pour le *Fragaria vesca*. Dans un stolon les tissus sont à peine différenciés; dès qu'on pénètre dans la partie souterraine, on voit un endoderme bien net divisé en deux, une matière jaune rougeâtre se trouve localisée dans les cellules les plus internes. Dans un rhizome beaucoup plus vieux, cette couche subéreuse arrive à présenter neuf et même dix assises cellules, au milieu desquelles on distingue plusieurs cercles de cellules contenant la substance rouge indiquée précédemment. Enfin, on peut trouver des points où l'écorce primaire est exfoliée et où la couche subéreuse subsiste seule à la périphérie. On observe alors une structure analogue à celle qui a été trouvée dans le *Spiræa Filipendula* et que l'on constate dans le *Geum urbanum*.

Chez le *Potentilla verna*, j'ai vu dans un rhizome l'écorce, considérablement accrue mais encore vivante, recouverte d'un épiderme légèrement brunâtre; du côté interne de cette écorce, il existe une couche subéreuse bien développée. Cette couche présente, comme dans les Rosinées précédentes, deux cercles de cellules à contenu rougeâtre; on voit, en certains points, cette assise contourner des racines secondaires qui se sont formées dans le cylindre central, mais qui n'ont pas encore émergé du rhizome.

D'après ce qui vient d'être dit, il résulte qu'il y a une grande uniformité quant à l'origine et à la constitution de la couche subéreuse des plantes que j'ai pu examiner.

2° *Anneau de soutien*. — On retrouve l'anneau de soutien, dont il a été question dans la Spirée, chez les tiges aériennes d'autres plantes de la même classe.

Dans le *Geum urbanum* l'anneau est plus homogène, car il est formé uniquement de fibres dont les cavités sont réduites. Il ne fait pas, comme dans la Spirée, une série de saillies dans l'écorce, et les faisceaux libéro-ligneux sont rejetés vers le centre de la tige. En outre, le tissu de soutien n'entoure pas complètement les faisceaux, car la pointe interne reste libre. Dans le rhizome de cette plante, cet appareil a entièrement disparu.

Dans l'*Agrimonia Eupatoria*, le cylindre central fait dans l'écorce de légers bombements; l'anneau fibreux est considérable, car son développement est parallèle à celui des faisceaux ligneux, qui sont très puissants dans cette plante. Les fibres de l'Aigremoine se distinguent par leur taille relativement grande et l'épaississement très important de leur paroi, de sorte que la trace de leur cavité se réduit presque à un point. Cet anneau fait des saillies très avancées dans le liber mou; en certains points même, ce liber se trouve divisé en deux ou trois îlots par des prolongements qui vont rejoindre les faisceaux du bois. Lorsqu'on traite les coupes de cette tige par le sulfate d'aniline, les fibres de l'anneau prennent une teinte d'un jaune d'or aussi accentué que le tissu ligneux; c'est là d'ailleurs un fait général, les fibres du tissu de soutien de la Spirée, de la Benoîte, sont également très lignifiées. Il est à remarquer que, dans la tige aérienne d'*Agrimonia*, les faisceaux ligneux étant reliés entre eux, l'anneau ligneux ne les contourne pas. Tout cet appareil de soutien disparaît dans le rhizome.

Enfin l'appareil de soutien peut se réduire beaucoup; dans le *Potentilla verna*, il est formé d'arcs de fibres libériennes, cette disposition est assez analogue à ce qui a déjà été indiqué dans la Ronce. Le *Fragaria vesca* présente aussi un faible développement fibreux dans la tige aérienne. Enfin, dans l'*Alchimilla vulgaris*, cet anneau de soutien n'est que très peu développé ou pas du tout dans la tige aérienne; chez les tiges très âgées on voit apparaître une seule assise de fibres à la périphérie du cylindre central.

3° *Liber mou et couche génératrice.* — Le liber mou est toujours peu développé dans la tige aérienne. Dans le *Geum urbanum*, le *Geum montanum*, les faisceaux sont fermés comme dans la Spirée. Il n'en est pas toujours ainsi. Chez l'*Alchimilla vulgaris*, où le liber mou forme un anneau continu, il existe une couche génératrice dans la partie aérienne, mais elle est peu active; elle devient plus importante dans l'*Agrimonia Eupatoria;* enfin, elle est assez bien indiquée dans la tige de Ronce. Les rhizomes des plantes précédentes présentent, au contraire, un très grand développement du liber mou résultant de la grande activité de la couche génératrice. Ce développement est surtout considérable dans le *Geum montanum*, le *Geum urbanum* et l'*Agrimonia Eupatoria;* le liber y présente encore la disposition en files radiales déjà signalée et qu'on retrouve souvent, il conserve l'agencement qu'il possède au moment de sa formation. Dans le *Fragaria vesca* et le *Potentilla verna*, le liber est bien développé, mais n'atteint pas le grand accroissement qu'on vient de constater pour les espèces précédentes. Enfin, l'épaisseur de ce tissu devient très faible chez l'*Alchimilla vulgaris*.

4° *Faisceaux du bois.* — La structure du tissu ligneux présente également une série de variations parmi les diverses Rosinées. Les faisceaux du bois sont séparés dans la tige aérienne et dans la tige souterraine du *Geum urbanum;* seulement, dans le rhizome, les très grands rayons médullaires qui les séparent ne sont pas lignifiés. La lignification, dans la partie souterraine de la tige, est très irrégulière dans les faisceaux eux-mêmes; on distingue, en effet, au milieu de l'épaisseur du faisceau, un arc où la lignification est presque complète, tandis qu'au delà et en deçà elle se produit uniquement dans les vaisseaux. Chez le *Fragaria vesca*, les faisceaux ligneux s'élargissent beaucoup, et les rayons médullaires deviennent plus irréguliers dans la partie souterraine. On constate également, dans le rhizome d'*Agrimonia Eupatoria*, la diminution des rayons médullaires, mais les faisceaux offrent beaucoup plus de régularité; ils sont presque entièrement

lignifiés. Enfin, dans l'*Alchimilla*, les faisceaux de la partie souterraine se rejoignent et forment un anneau continu.

5° *Augmentation de l'écorce et rapport de la moelle à l'écorce.* — On retrouve encore l'augmentation de l'écorce dans la tige souterraine. Chez l'*Alchimilla vulgaris*, en passant de la partie aérienne à la partie située sous le sol, on observe une augmentation croissante de l'écorce. L'épaisseur de ce parenchyme cortical pour une tige aérienne étant représentée par 30 divisions micrométriques, pour une jeune pousse souterraine cette épaisseur est de 62 divisions; enfin, pour un vieux rhizome, elle atteint 77 divisions.

Voici d'ailleurs les nombres trouvés pour la moelle et l'écorce :

NOMS DES ESPÈCES.	TISSUS.	TIGE AÉRIENNE.	TIGE SOUTERRAINE.
Alchimilla vulgaris...	Écorce...........	30	62
	Moelle...	170	220
	Rapport de la moelle à l'écorce.......	5,6	3
Potentilla verna......	Écorce..........	15	45
	Moelle	25	65
	Rapport de la moelle à l'écorce........	1,66	1,4

On voit donc que, dans les plantes de cette classe, non seulement le parenchyme cortical s'accroît, mais cet accroissement est manifeste aussi pour le tissu médullaire lorsqu'on passe de la tige aérienne à la tige souterraine. Malgré cela, on constate toujours que le rapport de la moelle à l'écorce est plus grand dans la tige aérienne que dans la tige souterraine.

III. On a vu naître dans l'endoderme une assise subéreuse ; cette assise tend à se produire chez la Ronce, plus

rapidement dans une tige maintenue à l'air et à l'obscurité que dans une tige enterrée.

Ayant rapporté des extrémités enterrées de Ronce au mois de novembre, l'une d'elles fut abandonnée dans une boite de botanique, où elle se développa à l'abri de la lumière ; la pousse émise par le tubercule possédait quatre entre-nœuds. Si l'on compare à cette tige une tige maintenue six mois sous le sol, on constate dans cette dernière un retard dans le développement de l'endoderme.

Dans la tige développée à l'obscurité, au deuxième entre-nœud, l'endoderme présente une curieuse localisation de grains d'amidon ; c'est la seule assise où cette substance se montre dans la coupe ; les ponctuations n'y sont pas visibles, il semble qu'elles disparaissent quand la réserve d'amidon se fait. Au troisième entre-nœud, la division de l'endoderme commence nettement : au quatrième, l'endoderme est divisé en trois assises de cellules et une légère teinte jaunâtre colore les parois des cellules la formant, lorsqu'on traite la coupe par le chloro-iodure de zinc : la subérine commence donc à apparaître. L'amidon, au contraire, a complètement disparu de cette couche, mais, par contre, il se montre en grande abondance dans les rayons médullaires et le liber.

La tige maintenue six mois sous le sol a pris un plus grand développement que la précédente, elle présente dix entre-nœuds. Lorsqu'on examine le cinquième entre-nœud de cette pousse, au mois de juin, on constate que l'endoderme possède une structure différente de celle qu'on observe au deuxième entre-nœud de la tige aérienne étiolée, les ponctuations s'y voient nettement, et au lieu d'amidon on distingue des gouttelettes huileuses. C'est seulement au septième entre-nœud qu'on voit apparaitre les divisions qui se multiplient à partir de ce point assez vivement.

En résumé, il résulte de l'étude qui vient d'être faite des plantes de cette classe que :

Il tend à se produire, surtout dans les rhizomes, une couche

subéreuse très importante dans l'endoderme qui exfolie l'écorce primaire. 2° *Il existe souvent, dans les tiges aériennes, un anneau de soutien considérable qui disparaît dans les tiges souterraines.* 3° *La couche génératrice libéro-ligneuse prend un grand accroissement dans les rhizomes.* 4° *Les faisceaux du liber* résultant de son activité sont très développés dans ces derniers et *ne présentent pas de fibres; les faisceaux du bois y offrent souvent une très grande irrégularité dans la lignification.* 5° *Il y existe*, en général, *de très grands rayons médullaires non lignifiés* entre les faisceaux. 6° *Le parenchyme cortical se développe beaucoup dans les tiges souterraines*, mais *le rapport de la moelle à l'écorce est plus petit que dans les tiges aériennes.* 7° *L'amidon existe dans les rhizomes.*

ŒNOTHÉRÉES.

I. *Œnothera suaveolens.* — Les vieux rhizomes de cette plante possèdent une structure rappelant celle qu'on vient de trouver dans plusieurs espèces de la classe précédente. A leur périphérie, on trouve, en effet, une couche subéreuse très importante; le liber est également très développé et formé de cellules empilées radialement les unes derrière les autres. Il existe d'énormes rayons médullaires incomplets séparant les faisceaux lignifiés très irrégulièrement; dans ces faisceaux on voit des vaisseaux formant de petits groupes autour desquels se montrent quelques cellules parenchymateuses lignifiées; cependant la région périphérique de ces faisceaux offre une lignification plus homogène.

Dans la tige aérienne, l'écorce est peu développée et les deux assises situées immédiatement au-dessous de l'épiderme sont collenchymateuses. L'endoderme n'est pas distinct dans la tige que j'ai eu l'occasion d'examiner; on constate seulement l'existence de petits groupes de fibres vraisemblablement libériennes; ces groupes sont d'ailleurs très rapprochés les uns des autres et formés d'une dizaine au plus d'éléments dont

la cavité est très réduite. En dedans de ces fibres, il naît une couche subéreuse très régulière formée de quatre ou cinq assises de cellules. Le liber mou forme un anneau complet mais peu important tout autour de l'anneau ligneux; il existe, en effet, un anneau ligneux très puissant et complet dans lequel on ne distingue pas de faisceaux ligneux bien isolés, séparés par des rayons médullaires; on voit seulement, sur le bord interne de l'anneau, des files radiales de vaisseaux assez larges, ces files sont isolées les unes des autres par du parenchyme non lignifié. On trouve un liber interne sur toute la périphérie de la moelle, formé de groupes de petites cellules et de fibres. Il est à remarquer que, tandis que les fibres externes ne se colorent pas par le sulfate d'aniline, ces dernières se colorent très nettement en jaune; ces fibres internes sont d'ailleurs isolées, tandis que les fibres externes sont groupées.

Lorsqu'on étudie le passage de la tige aérienne à la tige souterraine, on voit que la couche subéreuse multiplie beaucoup ses assises, et que bientôt toute la partie située en dehors d'elle se trouve exfoliée. En même temps l'anneau ligneux, qui était précédemment homogène, se différencie en deux régions : dans la région externe, les parois restent très lignifiées et très épaisses; dans la partie interne, la paroi diminue beaucoup d'épaisseur et la lignification est moins intense. On commence donc à distinguer la couche externe qui restera lignifiée dans le rhizome, tandis que la partie interne formera cette région dans laquelle les vaisseaux sont isolés par petits groupes au milieu de parenchyme non lignifié. On peut constater en même temps la réduction de la moelle qui s'accentue encore plus dans le rhizome.

Les autres plantes de cette famille présentent, comme on va le voir, des modifications semblables.

II. 1° *Accroissement de l'écorce.* — J'ai constaté cet accroissement très nettement dans le *Circæa lutetiana*. En effet, tandis que l'épaisseur du parenchyme cortical est de 18 divisions

micrométriques dans la tige aérienne, elle devient de 32 dans la partie souterraine.

2° *Couche subéreuse.* — La situation de la couche subéreuse n'était point nette dans l'*Œnothera suaveolens;* elle est, au contraire, très facile à déterminer dans les autres plantes de cette famille. Si l'on examine la tige aérienne du *Circæa lutetiana*, on voit que le parenchyme cortical se termine par une assise très régulière de grandes cellules dans lesquelles on reconnaît nettement l'endoderme; tout contre cette assise se trouvent des fibres qui, dans la plante dont il s'agit, sont isolées et assez éloignées les unes des autres; il n'existe pas de couche subéreuse. Dans la partie souterraine, il n'y a plus de fibres, mais on voit immédiatement en dedans de l'endoderme une couche de cellules en voie de division, ayant déjà produit trois assises de cellules; ces cellules sont beaucoup plus petites que celles de l'assise endodermique qui est formée d'éléments très larges. Dans le rhizome de l'*Epilobium tetragonum*, un endoderme régulier termine un parenchyme cortical extrêmement développé; cette assise présente bien nettement les ponctuations ordinaires. En certains points, tandis que l'endoderme reste indivis, on voit naître une couche génératrice dans l'assise qui se trouve en dedans de l'endoderme; cette couche est très active déjà, et a produit quatre assises de cellules; cependant sa formation n'est pas encore bien régulière, car les divisions n'existent pas encore en un grand nombre d'autres points.

3° *Anneau libéro-ligneux.* — On trouve dans le *Circæa lutetiana* une structure de l'anneau ligneux semblable à celle de l'*Œnothera suaveolens.* Il est, en effet, complet et on ne distingue point de faisceaux primaires; la production de vaisseaux a eu lieu sur toute la périphérie de la moelle en même temps. Le liber externe est peu développé et le liber interne est encore nettement reconnaissable; tous ces caractères se retrouvent dans la partie souterraine et dans la partie aérienne. Dans la tige souterraine, les fibres libériennes externes n'existent pas et le liber mou prend une plus grande importance.

Dans la tige aérienne et dans la tige souterraine, il n'y a pas de fibres dans le liber interne. On retrouve des caractères absolument semblables chez l'*Epilobium tetragonum;* le liber interne est surtout bien développé dans le rhizome de cette plante.

4° *Rapport de la moelle à l'écorce.* — *Le Circæa lutetiana* présente une diminution très nette du tissu médullaire. Par conséquent, le rapport de la moelle à l'écorce est certainement plus grand dans la tige aérienne que dans la partie souterraine. On trouve, en effet, pour les épaisseurs de ces deux tissus :

NOMS DES TISSUS.	TIGE AÉRIENNE.	TIGE SOUTERRAINE.
Écorce.....................	18	32
Moelle.....................	170	130
Rapport de la moelle à l'écorce.	9	4

On constate donc, chez les Œnothérées, des modifications analogues à celles qui ont été déjà rencontrées et qui sont dues au milieu. *L'augmentation du parenchyme cortical, la réduction du rapport de la moelle à l'écorce, l'accélération du développement de la couche subéreuse, la lignification irrégulière dans le tissu ligneux et la disparition des fibres tant internes qu'externes dans le liber*, sont les caractères de la partie souterraine dus au milieu. On a trouvé, en outre, une très grande uniformité dans la structure des Œnothérées : l'existence d'une couche subéreuse naissant dans le liber, d'un anneau ligneux sans faisceaux primaires distincts, d'un liber interne; tels sont les caractères communs qui font de cette famille un groupe très homogène.

ARALIACÉES.

Adoxa Moschatellina.— L'étude complète de la tige florale et du rhizome de cette plante a été faite par M. Van Tieghem (1), aussi n'ai-je que peu de chose à ajouter. On sait que, dans la tige aérienne, il y a un cylindre central unique avec un endoderme commun, tandis qu'on observe dans la tige florale des faisceaux séparés, chacun d'eux étant entouré par un endoderme spécial. Ces deux structures diffèrent tellement qu'il est impossible d'attribuer de pareilles dissemblances au milieu.

J'ai examiné une tige florale qui venait s'insérer sur le rhizome après avoir traversé une certaine épaisseur de terre. La structure de la partie souterraine de cette tige est très différente de celle du rhizome, car les faisceaux sont encore isolés. Quoique la structure de la tige aérienne se maintienne dans cette région enterrée, l'influence du milieu est cependant nette. Les angles de la région aérienne tendent à disparaître dans la partie souterraine ; les faisceaux se rapprochent car la moelle est considérablement réduite, mais ils ne se confondent pas en un cercle comme dans le rhizome.

Enfin, j'ai observé une tige florale complètement enterrée qui avait produit des fleurs écrasées au voisinage du sol. On y retrouve encore la structure de la tige qui porte les organes de reproduction : les faisceaux libéro-ligneux sont très écartés et la présence de l'endoderme avec ses ponctuations entourant complètement le faisceau est indiscutable.

Donc la tige florale est modifiée par le milieu : *les angles de la tige tendent à disparaître*, *la moelle se réduit*, mais les différences morphologiquement héréditaires entre la tige et le rhizome subsistent.

OMBELLIFÈRES.

I. *Sanicula europœa.* — La tige aérienne de cette plante (pl. VI, fig. 61) est anguleuse et sa section transversale est dentelée. Le collenchyme est très développé dans ces angles

(1) *Bulletin de la Soc. bot. de France* t. XXVI, p. 282.

de la tige, il se prolonge d'ailleurs entre les saillies dans les deux ou trois assises sous-épidermiques. La chlorophylle est accumulée en grande abondance dans les deux assises qui viennent immédiatement après, et seulement aux cannelures de la tige, de sorte qu'il existe des arcs de tissu chlorophyllien réunissant les groupes du tissu collenchymateux existant surtout aux angles. Le tissu de soutien est extrêmement développé, il forme un anneau dans lequel les faisceaux libériens sont enfermés; cet anneau se forme aux dépens des rayons médullaires et du tissu qui existe entre le liber et l'endoderme; on ne peut pas préciser, pour cette plante, ce qui appartient aux fibres libériennes et ce qui résulte de la transformation du parenchyme fondamental. La pointe interne des faisceaux du bois peut être entourée par un arc de cellules légèrement lignifiées.

La partie souterraine présente un parenchyme cortical terminé par une couche subéreuse importante mais assez irrégulière. L'anneau de soutien, qu'on observe dans la partie aérienne entre et autour des faisceaux, a complètement disparu, il n'existe même plus une fibre libérienne. Les faisceaux libéro-ligneux sont encore nettement isolés, ils sont séparés (pl. VII, fig. 62) par des rayons médullaires non lignifiés. La limite du liber mou n'est pas nette et l'endoderme n'est plus visible dans la tige âgée dont il s'agit. Les fibres ne manquent pas seulement dans le liber, elles sont également absentes du faisceau ligneux; le parenchyme qui entoure les vaisseaux ligneux ne s'est même pas lignifié (fig. 62, *b* et *pn*). La moelle est très réduite, tandis que le parenchyme cortical est très développé :

TISSUS.	TIGE AÉRIENNE.	TIGE SOUTERRAINE.
Écorce	4	50
Moelle	60	85
Rapport de la moelle à l'écorce.	15	1,7

Il est bien évident que la partie souterraine est plus âgée que la partie aérienne, mais les différences trouvées entre les deux régions de la tige ne sont certainement pas dues à l'âge, puisque c'est la partie jeune qui est plus différenciée. On a vu, non seulement que les cellules mécaniques disparaissent dans la tige souterraine, mais que dans le liber et le bois l'élément parenchymateux prend une grande importance, et que dans le faisceau ligneux la lignification ne se produit plus que dans les vaisseaux. En un mot, dans la partie souterraine, les cellules ne se différencient pas, et toute l'activité de leur protoplasma est employée à la formation de matières de réserve.

II. Je vais maintenant examiner les modifications que présentent ces deux parties de la tige dans quelques autres Ombellifères.

1° *Épiderme et couche subéreuse.* — Dans l'*Œnanthe crocata*, on constate, dans un rhizome déjà assez âgé, qu'il n'existe pas encore de couche subéreuse, l'épiderme est seulement noirâtre. Chez l'*Œnanthe fistulosa*, il se forme une couche subéreuse assez irrégulière vers l'extérieur dans le parenchyme cortical. Dans l'*Angelica pyrenæa*, cette couche est également assez importante.

2° *Écorce.* — Chez l'*Œnanthe fistulosa*, le parenchyme cortical prend un accroissement très considérable; tandis que son épaisseur est représentée par 7 divisions micrométriques dans la tige aérienne, cette épaisseur devient égale à 55 divisions dans la tige souterraine. C'est surtout dans la constitution des tissus qu'on observe des changements. La tige aérienne présente une série de saillies et la section en est dentelée. Dans chacune de ces saillies, l'assise sous-épidermique est collenchymateuse; en dedans de ce collenchyme, on trouve un groupe de fibres corticales jaunissant par le sulfate d'aniline; elles représentent donc un passage du collenchyme aux fibres. Le parenchyme cortical existant entre ces saillies offre une très grande quantité de chloro-

phylle dans les trois assises sous-épidermiques. On voit donc que le collenchyme des angles, signalé dans le *Sanicula*, s'est transformé en fibres à parois très épaisses et à cavité réduite. Dans la tige souterraine de cette plante, les faisceaux de fibres, le collenchyme et la chlorophylle ont disparu de l'écorce. On observe comme précédemment l'accroissement de l'écorce de l'*Œnanthe crocata ;* l'épaisseur est, en effet, de 46 divisions micrométriques dans le rhizome, tandis qu'elle n'est que de 6 divisions dans la tige aérienne. On constate, en outre, l'existence, dans le parenchyme cortical de ce rhizome, d'un certain nombre de canaux résineux qui se retrouvent également dans cette partie de la tige de l'*Angelica pyrenæa*.

3° *Anneau de soutien.* — La tige aérienne de l'*Œnanthe fistulosa* présente un très grand développement des fibres de soutien. Les faisceaux ligneux sont réunis les uns aux autres par des fibres résultant de la transformation des rayons médullaires jusqu'à l'endoderme. Ces fibres dont les parois sont très épaisses et la cavité très faible sont de plus fortement lignifiées. Il existe, en outre de l'anneau ligneux précédent, des fibres libériennes adossées à l'endoderme, mais séparées de l'anneau ligneux par du liber mou. Le tissu de soutien n'entoure donc pas complètement le faisceau du liber ; il n'en est pas de même du faisceau du bois dont la pointe interne est enveloppée par des fibres. Dans la tige souterraine, il n'existe pas de fibres dans les rayons médullaires, ou dans le liber, tout ce tissu de soutien a disparu.

L'*Œnanthe crocata* présente à peu près la même structure ; la partie des rayons médullaires qui avoisine l'endoderme est transformée en fibres dans la partie aérienne ; ces fibres longent les faisceaux du bois latéralement, et intérieurement laissent le liber en dehors.

L'*Angelica pyrenæa* offre encore plus nettement cette structure : dans la tige aérienne, il existe une série d'arcs fibreux rejoignant les faisceaux ligneux, et tout l'ensemble forme un cercle très régulier ; en face de chaque faisceau du bois, le

liber, exclusivement mou, fait des saillies dans l'écorce, car il est tout à fait en dehors de l'anneau précédent. Dans le rhizome, les rayons médullaires sont parenchymateux et non lignifiés.

4° *Faisceaux libéro-ligneux.* — Les faisceaux libéro-ligneux de l'*Œnanthe crocata* offrent une singularité qui a été signalée depuis longtemps. Joachmann (1), Reichardt (2), etc., ont constaté qu'il y a des faisceaux libéro-ligneux dans la moelle des Ombellifères comme dans les Pipéracées. M. Duchartre (3) a montré que dans l'*Œnanthe crocata* la chose peut se compliquer par ce fait que la moelle se résorbe ; on a dans la cavité médullaire des rubans contenant trois ou quatre faisceaux. Ce qu'il y a de curieux, c'est que la vitalité de ces faisceaux n'est pas affaiblie, qu'ils continuent à se développer plus que le reste de la tige, et qu'ils deviennent même sinueux. Les faisceaux libéro-ligneux médullaires que j'ai eu l'occasion d'observer n'étaient pas encore isolés ; on voyait bien, dans l'échantillon, que les faisceaux étaient inverses, c'est-à-dire que le bois était à l'extérieur et le liber à l'intérieur. Je n'ai pas retrouvé ces faisceaux internes dans la partie souterraine de la même plante. Les faisceaux libéro-ligneux du rhizome jeune sont très réguliers ; le liber sans fibres est bordé par un endoderme bien caractérisé, et une couche génératrice très nette existe entre et à l'intérieur des faisceaux ; la lignification ne se produit pas dans les rayons médullaires, et, dans les faisceaux du bois, elle n'atteint que les vaisseaux ligneux.

Les faisceaux libéro-ligneux de l'*Œnanthe fistulosa* sont séparés, dans la tige souterraine, par de grands rayons médullaires non lignifiés ; les faisceaux du bois sont assez homogènes et la lignification s'étend dans cette plante à tous les éléments des faisceaux. On constate l'existence, dans la moelle

(1) *De Umbelliferarum structura et evolutione nonnulla*, 1855.

(2) *Ueber das centrale Gefässbundel systems einiger Umbelliferen* (*Sitzungsb. der. kais. Akad. der. Wiss.*, Vienne, 1856, t. XXI, p. 138).

(3) *Note sur une particularité observée dans l'Œnanthe* crocata (*Bull. de la Soc. bot. de France*, séance du 10 décembre 1869, t. XIV, p. 365).

du rhizome, de petits groupes de fibres disposées en cylindre autour d'un parenchyme mou et de vaisseaux ponctués, ce sont de petits faisceaux médullaires.

Le rhizome de l'*Angelica pyrenæa* montre des faisceaux libéro-ligneux séparés par de très grands rayons médullaires; les faisceaux libériens n'ont pas de fibres, et les faisceaux du bois n'offrent de lignifié que les vaisseaux. Le parenchyme cortical est creusé de canaux résineux comme celui de la tige aérienne, mais ils sont beaucoup plus développés dans le rhizome. On observe dans le liber mou et les rayons médullaires un très grand nombre de canaux résineux.

5° *Moelle*. — On constate encore la réduction du rapport de la moelle à l'écorce dans les tiges souterraines. Dans l'*Œnanthe fistulosa* la moelle est même plus faible dans la partie souterraine que dans la tige développée au-dessus du sol.

La famille des Ombellifères présente donc surtout *une réduction très nette de l'appareil de soutien dans les tiges souterraines*.

SAXIFRAGÉES.

J'ai pu étudier l'an passé, dans le Tyrol, un certain nombre de Saxifrages alpines offrant de très grandes différences entre leurs parties aériennes et leurs parties souterraines.

I. *Saxifraga stellaris*. — Quand on compare le développement relatif de l'écorce et de la moelle dans cette plante, on trouve les nombres suivants :

TISSUS.	TIGE AÉRIENNE.	TIGE SOUTERRAINE.
Écorce	18	55
Moelle	40	8
Rapport de la moelle à l'écorce.	2,2	0,14

Pendant que le parenchyme cortical triple d'épaisseur dans la tige souterraine, le diamètre de la moelle est réduit au cinquième de sa valeur.

L'endoderme de la tige aérienne est formé de cellules légèrement lignifiées à parois un peu épaissies, de façon à faire partie de l'appareil de soutien. Ce dernier appareil n'est pas très puissant, il forme un anneau complet à la périphérie du cylindre central, et les cellules qui le constituent sont très grandes. La taille de ces cellules est surtout incomparablement plus grande que celle des éléments des faisceaux du bois dont la pointe interne est entourée d'un tissu formé de très petites cellules en section transversale et non lignifiées; on ne voit point de fibres autour de ce dernier tissu. Au centre de la tige, on constate la résorption de la moelle, et les faisceaux peuvent même être légèrement en saillie dans la cavité médullaire.

Dans la tige souterraine, une couche subéreuse irrégulière limite le parenchyme cortical qui est très développé; le développement de ce tissu tient surtout à l'accroissement de volume des cellules externes, car la taille des cellules décroît beaucoup de l'extérieur vers l'intérieur. L'endoderme forme une assise de cellules aplaties et légèrement subérifiées. Mais la différence la plus saillante est due à la disparition complète de l'appareil de soutien. Les faisceaux libéro-ligneux étaient précédemment isolés, ils sont maintenant réunis; il existe un cercle ligneux dans lequel la lignification s'est produite irrégulièrement et les vaisseaux sont disséminés au milieu de parenchyme non lignifié.

L'étude de cette plante montre donc surtout le grand développement du parenchyme cortical et la disparition de l'anneau de soutien.

II. On retrouve dans le *Saxifraga Aizoon* la même écorce très développée, la même moelle réduite dans la partie souterraine; le cylindre central de la tige aérienne de cette plante présente la même structure que celle qui a été décrite dans le *Saxifraga stellaris*. Le *Saxifraga aizoides* offre au-dessous de l'épiderme très cuticularisé de la tige aérienne, un tissu

collenchymateux peu important; l'endoderme est formé de très petites cellules lignifiées; enfin l'anneau de soutien existe également chez cette plante, mais les faisceaux ligneux sont beaucoup plus développés dans cette espèce que dans les précédentes. La partie souterraine présente les mêmes caractères que la première Saxifrage étudiée.

En résumé, on trouve dans les plantes de cette famille l'influence très nette du milieu par les différents caractères suivants des rhizomes :

1° L'*augmentation du parenchyme cortical;* 2° la *disparition de l'anneau de soutien;* 3° la *lignification irrégulière dans les faisceaux du bois*; 4° la *réduction du rapport de la moelle à l'écorce.*

CRASSULACÉES.

La tige souterraine du *Sempervivum montanum* offre une structure curieuse qui est peu en rapport avec ce qu'on trouve dans la tige aérienne. Il existe d'abord, à la périphérie de cette tige développée sous le sol, une couche subéreuse très importante naissant dans l'assise sous-épidermique; car l'épiderme est encore visible en certains points, et porte une série de poils très grands. Le parenchyme cortical, qui se présente ensuite, est extrêmement épais; un certain nombre de ses cellules offrent un contenu très dense, granuleux, brunâtre. La limite du parenchyme cortical n'est pas bien nette, l'endoderme n'est pas visible et le liber est exclusivement mou. Le bois forme deux arcs tendant à se rejoindre, il constitue donc un anneau qui englobe une moelle très réduite. Dans la tige aérienne, le parenchyme cortical est beaucoup plus restreint, tandis que la moelle prend un accroissement très net. Enfin, l'anneau ligneux est complet et les éléments de cet anneau sont à paroi beaucoup plus épaisse; la lignification est plus avancée.

En somme, on voit qu'il existe dans cette plante, *une couche subéreuse importante dans la partie souterraine* à la périphérie *d'une écorce très développée;* on constate en outre que le *tissu médullaire y est très réduit.*

CARYOPHYLLÉES.

I. *Lychnis dioica.* — La comparaison de la tige aérienne à la tige souterraine du *Lychnis dioica* permet de constater un fait intéressant. Dans cette plante, on voit se substituer à l'appareil de soutien de la première un tissu de protection dont la seconde a besoin.

Il existe, en effet, dans la partie développée au-dessus du sol un anneau de fibres tout à fait singulier; lorsqu'on examine les plantes où cet anneau est bien formé, au premier aspect il semble être produit par la transformation du parenchyme cortical (pl. V, fig. 57). La cavité et le volume de ces cellules lignifiées augmentent beaucoup vers la partie la plus interne. Le liber mou est formé, du côté du bois, de très petites cellules; dans sa région externe, ce tissu se modifie et devient collenchymateux. Le tissu ligneux forme un anneau tout autour de la moelle et ne présente pas de traces de faisceaux primaires qui proéminent dans cette dernière partie; ce tissu est formé de files radiales de vaisseaux séparées entre elles par du parenchyme ligneux offrant tangentiellement une cellule d'épaisseur. La moelle est presque complètement résorbée, et la cavité qui existe au centre de la tige est considérable; il ne reste de ce tissu que des cellules épaisses non lignifiées, collenchymateuses, à la limite interne de l'anneau ligneux. L'examen de la tige précédente laisse un doute sur l'origine de cet anneau fibreux qui existe à la périphérie de la tige. Lorsqu'on fait des coupes dans une tige très jeune (fig. 60), on arrive bientôt à trouver des points où l'anneau n'est pas encore formé; il devient alors très visible que la couche de fibres a été formée en dedans de l'endoderme. Il s'est constitué, entre l'assise précédente et le liber mou, un tissu tout particulier, formé de grandes cellules collenchymateuses qui se distinguent entièrement du liber. Il s'est donc produit, chez cette plante, une multipli-

cation du tissu fondamental ce qui s'observe fréquemment, ainsi qu'on l'a déjà vu, pour d'autres familles, entre le liber et l'endoderme.

Lorsqu'on étudie le passage de la partie aérienne à la partie souterraine, on constate des transformations dans les tissus montrant bien l'influence du milieu. Le premier effet, dû au séjour sous le sol, est l'augmentation du parenchyme cortical extérieur à l'anneau fibreux. En même temps que le parenchyme cortical augmente, l'anneau fibreux diminue considérablement d'épaisseur. La réduction devient bientôt si importante, que l'anneau se fragmente en un certain nombre d'arcs séparés les uns des autres (fig. 58). Le sulfate d'aniline montre même que la lignification ne s'étend plus à certaines cellules qui ont absolument la forme, le diamètre et l'épaisseur de cellules qui sont lignifiées (fig. 58, *b*). Pendant que cette modification s'opère, on constate que les cellules collenchymateuses, qu'on observe à l'intérieur de fibres lignifiées subsistant encore, se divisent presque toutes. Enfin, lorsqu'on examine des tiges qui sont restées plus longtemps sous le sol, on voit naître à la place où existait l'anneau fibreux, une couche génératrice subéreuse très régulière. En même temps que la subérine se montre dans les assises externes de la couche génératrice précédente, on remarque qu'elle envahit tout le parenchyme cortical (fig. 59). L'écorce est alors formée de cellules mortes, et elle ne tarde pas à être exfoliée; dans les tiges souterraines âgées, on trouve donc à la périphérie une couche subéreuse qui est venue remplacer l'anneau fibreux dont on ne trouve plus de traces.

On vient de voir quelles transformations curieuses se produisent à la périphérie de la tige; pendant ce temps, l'assise génératrice cambiale développe beaucoup les faisceaux du bois, les faisceaux du liber restent moins importants. La lignification se produit très irrégulièrement dans les premiers; les vaisseaux lignifiés sont entourés de tous les côtés d'un parenchyme dont les parois ne s'incrustent pas de lignine. La moelle ne suit point le développement de toutes les

parties externes, car son diamètre reste relativement faible.

En résumé, cet exemple met nettement en évidence :

1° La substitution, au tissu de soutien de la partie aérienne, d'un tissu de protection dans la partie enterrée ;

2° La lignification irrégulière dans les éléments du faisceau ligneux.

II. — On trouve quelques modifications à la structure précédente chez d'autres plantes de la même famille.

1° *Anneau de soutien et couche subéreuse.* — L'anneau de soutien est plus puissant dans le *Silene inflata* que dans l'espèce dont il vient d'être question ; les fibres de la périphérie ont une cavité très réduite et une paroi extrêmement épaisse. Comme chez cette plante les faisceaux libéro-ligneux sont isolés, on voit les fibres dont il s'agit s'avancer un peu dans la partie externe des rayons médullaires ; on reconnaît, dans ce cas, que les faisceaux libéro-ligneux sont indépendants de l'anneau de fibres, qui est formé par une différenciation du tissu fondamental.

Dans le *Dianthus Carthusianorum*, l'anneau est très épais et beaucoup plus homogène ; les fibres ne font pas de pointes vers la moelle, car les faisceaux ligneux forment un cercle complet.

Le *Saponaria officinalis* présente une particularité très singulière. On observe deux régions dans l'anneau fibreux : dans la partie externe, on trouve les fibres ordinaires dont la cavité est très large, quoique l'épaisseur de la paroi soit très grande ; dans la région interne, on voit des cellules tabulaires empilées les unes sur les autres dans le sens radial, absolument comme dans une couche génératrice subéreuse, seulement les parois de ces cellules sont épaisses et très lignifiées, on constate même que quelques-unes sont ponctuées. Cet exemple montre l'existence simultanée des fibres ordinaires et de la couche subéreuse dans l'anneau fibreux ; mais cette dernière couche, au lieu de s'imprégner de subérine, s'est lignifiée ; la lignification une fois produite, le rôle a été complètement changé et l'appareil de protection, qui se serait

constitué dans une partie souterraine, est devenu ici un tissu de soutien dans lequel les ponctuations ont apparu. En somme, la couche subéreuse, qui s'était produite hâtivement dans la tige aérienne, a été arrêtée dans son développement et radicalement transformée.

Dans la partie souterraine des plantes précédentes le parenchyme cortical est exfolié et il existe à la périphérie de la tige une couche subéreuse importante. J'ai eu l'occasion de voir nettement dans le rhizome de *Cerastium alpinum* la naissance de cette couche subéreuse : dans cette plante, le parenchyme cortical n'est pas exfolié et l'endoderme est légèrement subérifié ; à l'intérieur de cette dernière assise, il se forme une couche génératrice dont le développement est encore faible car elle n'a produit que trois assises de cellules; c'est donc dans l'assise périphérique que la couche subéreuse prend naissance; les cellules de cette assise alternaient avec celles de l'endoderme, on peut encore le constater malgré leur division.

2° *Bois*. — Les faisceaux libéro-ligneux du *Silene inflata* sont séparés, dans la tige aérienne, par des rayons médullaires peu importants; la même disposition ne se présente pas dans la partie souterraine où le tissu ligneux forme un anneau complet. La structure du bois est très spéciale dans ce dernier cas; il existe d'abord, à la limite interne de cet anneau, un parenchyme peu important entre la moelle et les trachées, ce parenchyme n'est pas ligneux; immédiatement après se trouve un anneau de tissu presque complètement lignifié, les vaisseaux, le parenchyme et les fibres étant imprégnés de lignine ; à cet anneau il en succède un autre dans lequel les fibres ligneuses sont absentes et les vaisseaux seuls sont lignifiés. On trouve ainsi successivement quatre anneaux presque entièrement lignifiés, alternant avec trois anneaux dans lesquels les vaisseaux seuls ont subi la lignification.

Le *Dianthus Carthusianorum* possède un anneau ligneux complet dans la tige aérienne comme dans la partie souterraine ; la lignification, dans cette dernière, est beaucoup plus irrégulière que chez le *Silene inflata*, on distingue seulement

au milieu de l'anneau une région dans laquelle la lignification a atteint tous les éléments; en deçà et au delà les vaisseaux sont lignifiés. Le *Saponaria officinalis* montre aussi bien dans la tige aérienne que dans la tige souterraine un anneau très important, entièrement lignifié ; le tissu ligneux de cette plante rappelle celui des Œnothérées; on voit, en effet, des files radiales de vaisseaux spiralés s'avancer vers la moelle.

3° *Moelle.* — Le tissu médullaire ne suit pas le développement des faisceaux libéro-ligneux, en effet, la moelle est très réduite.

Voici un tableau comparatif du développement de la moelle, de l'anneau ligneux et de l'écorce :

NOMS D'ESPÈCES.	TISSUS.	TIGE AÉRIENNE.	TIGE SOUTERRAINE.
Lychnis dioica............	Écorce........	6	20
	Moelle........	100	50
Silene inflata.............	Écorce........	5	»
	Anneau ligneux.	5	70
	Moelle........	62	60
Dianthus Carthusianorum.	Anneau ligneux.	4	70
	Moelle.........	80	15

On trouve donc bien une diminution du tissu médullaire relativement aux autres tissus dans les tiges enterrées.

La moelle offre une singularité dans le *Silene inflata :* elle se lignifie considérablement dans la partie souterraine, ses parois s'épaississent et des ponctuations s'y montrent ; le tissu médullaire de la tige aérienne n'est pas lignifié, il est d'ailleurs résorbé en grande partie. On ne retrouve pas dans les autres tiges souterraines cette modification de la moelle.

En résumé, cette famille montre surtout *la substitution, à l'anneau fibreux de la tige aérienne, d'une couche subéreuse dans la partie souterraine.*

URTICACÉES.

Urtica dioica. — Lorsqu'on arrache, au mois de février, de jeunes tiges aériennes de cette plante, on constate que la tige souterraine vient s'insérer latéralement sur une vieille tige dont il reste un tronçon au-dessus du sol; en déterrant cette dernière, on entraîne avec elle une série de jeunes tiges aériennes de même génération que la première qui sont nées très près les unes des autres, de sorte que l'ensemble forme une sorte de corbeille dont la tige mère occupe l'axe.

Chez la plante que j'ai étudiée, une branche, partant du tronçon mort, s'élevait obliquement dans le sol dont elle sortait; un peu plus loin, par un hasard de la disposition du sol en cet endroit, la tige était rentrée en terre d'où elle sortait de nouveau un peu après (pl. VI, fig. 63). Cette disposition m'a permis de bien mettre l'influence du milieu en évidence.

L'extrémité (fig. 63, *a*) du rameau qui est rentré sous terre présente des modifications immédiates de structure. L'irrégularité avec laquelle elles se produisent permet de saisir les transformations en voie d'accomplissement. L'épiderme surtout change sans uniformité; on peut y distinguer, en effet, trois sortes de cellules qui sont mélangées sans ordre. Les unes sont les anciennes cellules de l'épiderme non modifiées, elles présentent encore leur cuticule; d'autres, plus nombreuses, sont subérifiées sans qu'il y ait de couche subéreuse; enfin les dernières sont subérifiées et il existe des cellules génératrices en dessous d'elles, qui en se divisant produisent trois et quatre cellules empilées dans le sens radial; on voit que les cellules externes seules se colorent en rouge par la fuchsine. Le parenchyme cortical présente sept ou huit assises de cellules. Les faisceaux du bois sont assez développés et reliés entre eux par des arcs de parenchyme ligneux qui sont formés

de deux ou trois assises de cellules. Ces faisceaux sont en saillie sur cet anneau ligneux et s'avancent vers le liber; cette disposition tient à ce que l'assise génératrice cambiale produit en face des faisceaux du bois des cellules qui se transforment en vaisseaux, tandis qu'elles ne se lignifient pas en face du parenchyme ligneux.

Dès que la tige sort de terre (fig. 63, *b*), quoique cette partie soit plus âgée, le parenchyme cortical diminue; il n'offre plus, en effet, que quatre ou cinq assises de cellules, tandis que la partie souterraine précédente en a sept ou huit. Les fibres libériennes, qui se montrent en petit nombre dans la coupe précédente, deviennent tout de suite beaucoup plus nombreuses.

Si l'on examine maintenant le milieu de la partie rampante (fig. 63, *c*), on reconnaît déjà, mieux accusée, la structure de la tige aérienne. L'épiderme est seulement cuticularisé (fig. 64), l'écorce présente du collenchyme dans ses deux assises externes et le parenchyme cortical est peu développé, l'endoderme n'est pas reconnaissable. Les fibres libériennes existent en assez grand nombre devant chaque faisceau ligneux; le tissu ligneux est, en effet, formé de faisceaux bien développés, reliés entre eux par des arcs de parenchyme lignifié s'insérant à peu près au milieu des faisceaux. Quant au développement de la moelle, il est inverse de celui de l'écorce; la moelle a pris ici un très grand accroissement et elle commence à se dissocier au centre.

Si l'on coupe la tige complètement enterrée à son point d'insertion sur la branche mère (fig. 63, *d*), par conséquent à une faible distance du point *c*, on trouve des différences profondes montrant encore l'influence immédiate du milieu. 1° L'écorce est exfoliée et il y a une assise subéreuse puissante à la périphérie de la tige (fig. 66, *cs*); 2° les fibres libériennes sont moins nombreuses que dans la coupe précédente, tandis que le liber mou est, au contraire, beaucoup plus important (fig. 66, *fl* et *l*); 3° les faisceaux du bois sont très développés et reliés entre eux par deux anneaux de paren-

chyme lignifié (*pl*); entre ces anneaux, il existe un parenchyme formé de cellules dont la paroi n'est pas imprégnée de lignine (*pn*); 4° la moelle est très réduite, elle était mesurée, dans la coupe précédente, par 141 divisions micrométriques, tandis que 67 divisions représentent maintenant son épaisseur.

En étudiant le passage de l'avant-dernière coupe à la dernière, on voit le parenchyme cortical augmenter et le collenchyme disparaître; l'accroissement de l'écorce tient à la fois à l'augmentation de volume des cellules et à leur multiplication. Il naît assez profondément dans le parenchyme cortical une couche subéreuse (fig. 65). La subérine envahit très irrégulièrement l'écorce; elle peut même avoir atteint, en certains endroits, la couche subéreuse et n'être point visible en un point immédiatement à côté. Un peu plus bas, l'écorce s'exfolie irrégulièrement, et finit par disparaître entièrement. Les fibres libériennes diminuent rapidement dès qu'on pénètre sous le sol, et la couche libéro-ligneuse prend un accroissement considérable. La moelle change également de diamètre dès qu'on entre sous le sol, elle passe presque brusquement d'une épaisseur de 141 divisions micrométriques à 104.

En somme, cette étude conduit à plusieurs résultats qu'il est important de noter. Si l'on n'avait fait que comparer les parties aériennes et souterraines, leurs structures sont tellement dissemblables qu'elles ne permettraient guère de tirer des conclusions relativement à l'influence du milieu. En étudiant le passage de l'une de ces régions de l'axe à l'autre, on a pu retrouver les changements qui s'effectuent aux points où le milieu change de nature : *une augmentation de nombre et de volume des cellules du parenchyme cortical*, *une diminution inverse et réciproque de la moelle*, *l'accélération dans la formation d'une couche subéreuse*, *la diminution des fibres libériennes*.

L'étude de l'extrémité enterrée a permis, en outre, de constater d'autres faits. On a vu des modifications s'opérer dans les tissus de protection, *une couche subéreuse irrégulière s'ébaucher à la périphérie de l'écorce*, tandis que la couche subéreuse normale naît bien plus profondément.

RENONCULACÉES.

I. *Anemone nemorosa.* — Le parenchyme cortical de la tige aérienne de cette plante est séparé du tissu médullaire par une assise de cellules légèrement lignifiées (pl. VI, fig. 67). Cette assise (*end*) est assez irrégulière; en certains points, le cercle s'interrompt, car la lignification n'a pas atteint toutes les cellules; l'irrégularité tient, en outre, à ce qu'en d'autres endroits la lignification se manifeste, au contraire, dans les cellules voisines de cette assise. Ce cercle de cellules lignifiées passe derrière les fibres libériennes, il occupe la position de l'endoderme. Les faisceaux libéro-ligneux sont isolés les uns des autres et à des états divers de développement; les plus avancés dans leur évolution offrent des fibres libériennes (*fl*) adossées à l'assise précédente, dont les cellules sont d'ailleurs beaucoup plus petites en cet endroit. A la pointe interne du faisceau ligneux, on trouve, comme cela arrive presque toujours, un tissu non lignifié formé de très petites cellules.

A la place de l'épiderme légèrement cuticularisé de la tige aérienne, on trouve dans le rhizome (fig. 68 et 69) une assise de cellules dont les parois externes surtout sont imprégnées d'une matière brun noirâtre qui se rencontre dans les tissus subérifiés (*ep*); cette partie souterraine offre de plus un très grand développement du parenchyme cortical dans lequel il se produit une très grande quantité d'amidon qui se retrouve dans tous les tissus parenchymateux. Chez le jeune rhizome, dont il est question en ce moment, on ne distingue pas, comme dans la tige aérienne, le cercle de cellules lignifiées; on ne voit pas d'endoderme, il n'y a pas de limite entre le parenchyme cortical et le tissu médullaire. Les faisceaux libéro-ligneux sont groupés par deux ou trois, et ces groupes sont séparés entre eux par de larges espaces de parenchyme fondamental. Dans chaque groupe, les faisceaux libéro-ligneux sont nettement isolés les uns des autres; ils sont entourés par une assise de cellules régulières seulement dans la région

externe, mais les ponctuations qui caractérisent l'endoderme ne sont pas visibles. Ces faisceaux sont encore très dégradés; le liber (fig. 68, *l*), peu développé, est exclusivement mou; quant au faisceau du bois, il est formé par une dizaine de vaisseaux (*b*) isolés au milieu d'un parenchyme non lignifié. Le tissu médullaire et le tissu cortical peuvent présenter des fibres (*fc*) qui manquent dans les faisceaux libéro-ligneux, ces cellules ont leurs parois très épaisses, très lignifiées, elles sont très peu allongées longitudinalement. On constate encore, dans cette plante, une réduction du rapport de la moelle à l'écorce dans la tige enterrée. On a, en effet, comme épaisseur de ces deux parties :

TISSUS.	TIGE AÉRIENNE.	TIGE SOUTERRAINE.
Écorce	11	50
Moelle	90	125
Rapport	8	2,5

Dans les parties beaucoup plus âgées du rhizome, la structure précédente se modifie. Il se produit d'abord une couche subéreuse à la périphérie de l'écorce; le parenchyme cortical prend un développement de plus en plus grand. En même temps, l'endoderme apparaît (fig. 69, *end*); on trouve dans le parenchyme cortical contre cet endoderme des canaux résineux qui existent en face de chaque faisceau libéro-ligneux; les cellules de l'endoderme font partie des cellules bordant la cavité de ces canaux et ont concouru à leur formation; il peut y avoir soit un, soit deux canaux en face de chaque faisceau. L'assise endodermique se montre avec ses plissements aussi nettement devant les faisceaux qu'entre eux; aussi le parenchyme cortical est-il maintenant tout à fait séparé du tissu médullaire. Les faisceaux libéro-ligneux se sont également un peu développés; il existe entre le bois et le liber une couche génératrice (*cg*), mais l'activité de cette couche est

très faible et augmente très peu ces deux tissus. Malgré cela, cette couche existe, et M. Vaupell (1) a commis une légère erreur en citant cette plante comme ne présentant pas de formations secondaires. Les fibres libériennes ne se forment point, et les vaisseaux seuls se lignifient dans le faisceau du bois. Il est à remarquer qu'il se produit, autour de ces faisceaux libéro-ligneux, un léger tissu collenchymateux constituant un appareil de soutien très dégradé; cet anneau, formé aux dépens du parenchyme fondamental, passe entre le liber et l'endoderme; il y a donc, dans ce cas, entre l'endoderme et le liber, un groupe de cellules faisant partie du tissu fondamental (2). Il faut ajouter que les faisceaux libéro-ligneux sont bien plus nombreux.

Malgré ces modifications, on voit, par l'examen comparé des deux parties du rhizome, que la structure se modifie peu avec l'âge dans la partie souterraine. Le séjour de cette partie de l'axe sous le sol ralentit donc extrêmement la vitalité des cellules; ce ralentissement s'accuse surtout par la faible activité de la couche génératrice libéro-ligneuse qui met plusieurs années à modifier légèrement l'épaisseur des faisceaux du liber et du bois. Dans ce rhizome, les cellules ne peuvent pas se lignifier pendant un laps de temps si long, tandis qu'il suffit de quelques semaines au pédoncule floral pour produire des faisceaux ligneux assez développés, des fibres libériennes et un cercle de cellules lignifiées à la périphérie du cylindre central.

En résumé, on trouve dans la partie souterraine les caractères suivants :

1° Un épiderme très subérifié ou une couche subéreuse servent de tissu de protection.

(1) Voy. plus haut, p. 12.

(2) Il faudrait donc appeler les fibres de la tige aérienne d'un autre nom que fibres libériennes; mais il est difficile de changer la nomenclature dans un cas comme celui-ci, où les fibres existent seulement en face des faisceaux libéro-ligneux.

2° Le parenchyme cortical se développe beaucoup; il s'y produit des canaux résineux.

3° L'endoderme, lignifié dans la partie aérienne, a des ponctuations nettes dans un rhizome très vieux.

4° Les fibres libériennes n'existent pas.

5° Le rapport de la moelle à l'écorce est plus faible que dans la tige aérienne.

6° L'amidon s'y trouve en très grande abondance.

Remarque. — On a vu que le rhizome jeune présente une structure assez différente de celle du rhizome âgé. Il peut donc être utile de comparer le pédoncule floral jeune au pédoncule floral âgé. En outre, ce pédoncule a une partie souterraine qui, dans certains individus, peut devenir importante. Il y a quelque intérêt à savoir ce que devient la structure du pédoncule dans cette partie enterrée.

Si l'on examine un jeune pédoncule floral, on voit que les faisceaux libéro-ligneux qu'il présente sont absolument isolés; on n'aperçoit point d'endoderme ainsi que dans la partie jeune du rhizome. Lorsque l'on compare la partie aérienne à la portion souterraine du même pédoncule, on voit que, dans la partie aérienne, le cercle des faisceaux est très élargi, grâce à la dilatation de la moelle et au faible développement de l'écorce; l'anneau ligneux endodermique manque encore; les fibres libériennes sont déjà différenciées, leurs parois sont épaissies, mais la lignification ne s'est pas encore produite. Dès qu'on pénètre dans la partie souterraine l'écorce augmente, la moelle diminue et les fibres libériennes disparaissent.

On voit donc que les variations de structure qui se produisent avec beaucoup d'intensité dans le rhizome, sont déjà nettement indiquées dans la région souterraine du pédoncule floral.

Je vais examiner maintenant plus succinctement diverses espèces offrant une organisation différente de la précédente.

II. *Actæa spicata.* — La partie aérienne de cette plante diffère complètement de la partie souterraine. L'écorce est d'abord bien plus développée dans cette dernière région. Dans la tige aérienne, la moelle ne communique pas avec le parenchyme cortical, comme cela se produit dans la partie enterrée; en effet, il existe un anneau ligneux séparant ces deux régions, tandis que, sous le sol, la tige ne présente pas un pareil tissu de soutien. Cet anneau, qui relie les bords externes des faisceaux, est formé de plusieurs assises de cellules à parois lignifiées, mais peu épaissies.

Il existe des différences aussi saillantes entre les faisceaux. Dans la tige aérienne, les faisceaux sont de deux tailles : les premiers sont très grands et s'avancent beaucoup dans la moelle, ils forment un cercle interne de faisceaux ; le cercle externe est constitué par les seconds dont la taille est beaucoup plus faible. La pointe interne des grands faisceaux reste libre, tandis que les petits sont entourés de fibres de tous les côtés. Chaque faisceau, grand ou petit, présente, dans sa région externe, un groupe de nombreuses fibres libériennes très épaissies, et le liber mou, étant toujours entouré de fibres de soutien, forme un îlot blanc se détachant sur le bois et les fibres colorées fortement en jaune par le sulfate d'aniline. On voit donc que la disposition des faisceaux sur deux cercles, le grand développement des cellules mécaniques, la nature des faisceaux, qui sont fermés, rappellent la structure des tiges de Monocotylédones.

Les faisceaux de la tige souterraine diffèrent complètement de ceux-ci : par leur taille, car ils sont tous égaux ; par leur disposition, car ils ne présentent qu'un seul cercle; mais surtout par la réduction des fibres libériennes, car il n'existe plus que des arcs fibreux très peu importants. Dans les faisceaux du bois, le parenchyme ligneux et les fibres ligneuses sont bien développés. L'amidon s'accumule presque partout dans le rhizome, dans la moelle, les grands rayons médullaires, l'écorce, le parenchyme ligneux.

En résumé, l'anneau de soutien a disparu, les fibres libé-

riennes sont moins nombreuses, l'amidon est très abondant, tels sont les principaux caractères de la partie souterraine de cette plante.

III. *Ranunculus Chærophyllos.* — La structure du *Ranunculus Chærophyllos* est intermédiaire entre celle de deux espèces étudiées précédemment. La tige aérienne présente un seul cercle de faisceaux libéro-ligneux, mais il existe un anneau de soutien reliant les faisceaux entre eux et contournant même leur pointe interne; les cellules formant cet anneau sont à cavité large, à parois lignifiées; elles résultent évidemment de la transformation du tissu fondamental.

La tige souterraine, renflée, porte des racines qui se tubérisent au voisinage de leur point d'insertion sur la tige précédente. Cette tige, hérissée de longs poils, rappelle par sa structure l'organisation des jeunes rhizomes d'*Anemone nemorosa.* En effet, on trouve le même développement du parenchyme cortical, le même isolement et la même réduction des faisceaux, enfin, l'amidon s'y accumule en grande quantité. Les faisceaux libériens ne présentent pas de fibres, et les faisceaux ligneux n'offrent que des vaisseaux spiralés et ponctués et du parenchyme non lignifié. On a trouvé, chez l'Anémone, quelques fibres disséminées çà et là dans l'écorce et le parenchyme cortical; chez la plante qui nous occupe, ces fibres prennent beaucoup plus d'importance. Dans la moelle, il se forme des groupes très importants de fibres lignifiées contre les faisceaux du bois; au centre de la tige, on remarque aussi un groupe considérable de fibres orientées dans toutes les directions et s'enchevêtrant les unes dans les autres d'une façon inextricable. Enfin, les fibres se montrent également dans le parenchyme cortical, dirigées dans le sens du rayon. L'épiderme de cette plante est très curieux, il présente un certain nombre de poils très allongés dont la paroi est extrêmement épaissie et la cavité réduite; le sulfate d'aniline colore toute leur membrane en jaune foncé, ils sont donc très lignifiés; toutes les cellules épidermiques ne se transforment

pas en poils; celles qui n'en offrent point sont encore lignifiées sans être épaissies (1).

Il peut donc se former au milieu des tissus parenchymateux des rhizomes, des groupes de fibres isolées; on a vu ces éléments apparaître dans l'*Anemone nemorosa*, ils augmentent dans le *Ranunculus Chærophyllos;* malgré cela, il n'existe pas un appareil de soutien homogène.

IV. J'ai retrouvé à peu près la même organisation dans plusieurs autres Renonculacées. Je vais en décrire succinctement les modifications.

1° *Développement du parenchyme cortical.* — Le parenchyme cortical prend un grand développement dans la partie souterraine. Ainsi dans le rhizome de l'*Anemona alpina*, l'épaisseur de la région est de 120 divisions micrométriques, tandis qu'elle n'est que de 15 dans la tige aérienne. Dans l'*Aconitum Napellus*, le développement considérable de l'écorce tient surtout à l'accroissement très important du diamètre des cellules de la périphérie; le diamètre des cellules diminue, en effet, dans le voisinage des faisceaux libéro-ligneux.

2° *Couche subéreuse.* — Je n'ai constaté la présence d'une couche subéreuse que dans les tiges souterraines; elle ne se forme que dans les rhizomes âgés et n'est ni aussi régulière, ni aussi puissante que celle qu'on retrouve dans un grand nombre de plantes d'autres familles. Elle est très irrégulière dans l'*Anemona alpina* et dans le *Trollius europœus;* elle est plus puissante et formée d'assises mieux ordonnées en files radiales dans l'*Aquilegia vulgaris*.

3° *Anneau de soutien.* — Cet anneau existe dans les tiges aériennes de cette dernière plante. Il ressemble à celui de l'Actée, mais au lieu de présenter des fibres beaucoup plus petites en face des faisceaux libéro-ligneux, l'anneau de soutien de l'*Aquilegia vulgaris* est homogène, la cavité des cel-

(1) J'ai retrouvé à la périphérie de la racine de cette plante des cellules lignifiées à parois très épaissies, à cavité réduite, mais ne présentant pas ces espèces de poils-fibres.

lules est à peu près la même sur toute la périphérie du cylindre central. Les faisceaux libéro-ligneux sont rejetés, dans cette plante, bien plus à l'intérieur de la tige, et l'anneau envoie des prolongements fibreux vers les fibres libériennes. Dans la partie souterraine, cet anneau disparaît en entier.

4° *Faisceaux libéro-ligneux.* — Les faisceaux libéro-ligneux sont toujours séparés, dans les parties souterraines des plantes étudiées, par de très grands rayons médullaires non lignifiés. Dans le *Trollius europæus*, l'*Aconitum Napellus*, le développement des faisceaux est extrêmement faible, les fibres libériennes manquent ; cependant la couche génératrice libéro-ligneuse est bien indiquée dans cette dernière plante. Les faisceaux sont plus développés dans l'*Anemone alpina*. Enfin ils s'allongent considérablement dans la base souterraine de la tige de l'*Aquilegia vulgaris*, car la couche génératrice cambiale fonctionne avec activité ; la lignification se produit seulement dans les vaisseaux chez cette plante comme chez l'Anémone alpine ; le parenchyme non lignifié qui entoure les vaisseaux produit alors de l'amidon qui existe d'ailleurs dans tous les tissus parenchymateux.

V. *Passage de la partie aérienne au rhizome.* — J'ai étudié le passage de la tige aérienne à la partie souterraine du *Thalictrum minus*. Il existe des différences considérables entre ces deux régions.

On constate que cette plante possède la plupart des caractères indiqués précédemment. 1° On trouve à la périphérie du rhizome une couche subéreuse ayant exfolié le parenchyme cortical (pl. VII, fig. 73, *cs*), tandis que l'épiderme de la tige aérienne est cuticularisé. 2° L'anneau de fibres, existant à la périphérie du cylindre central de cette dernière région (pl. VI, fig. 70, *af*) disparaît entièrement dans la partie souterraine, il ne reste que quelques fibres libériennes en face de chaque faisceau du bois (fig. 73, *fl*). 3° Les faisceaux sont sur plusieurs cercles dans une tige (fig. 70) et sur un seul cercle dans l'autre (fig. 73). 4° La lignification est irré-

gulière dans le faisceau du bois du rhizome, mais il se produit à la pointe interne un groupe important de fibres très lignifiées (fig. 73, *f*). 5° La moelle est très réduite dans le rhizome, elle est très développée et résorbée au centre dans la partie de la tige qui se trouve au-dessus du sol.

La structure de la tige aérienne rappelle donc beaucoup celle des Monocotylédones; ce rapprochement a d'ailleurs déjà été fait pour l'Actée.

L'étude du passage de la tige aérienne au rhizome met nettement en évidence l'influence du milieu. Le premier effet du séjour sous le sol est de multiplier les cellules de l'écorce (pl. VI, fig. 71, *pc*); pendant cette première période, le cylindre central garde sa structure, l'anneau de soutien existe toujours autour des faisceaux qui sont encore disposés en plusieurs cercles. Bientôt le tissu fibreux disparaît, et il se produit une espèce de substitution, d'une couche génératrice subéreuse à l'appareil d'affermissement précédent (pl. VII, fig. 72, *cs*); ceci rappelle ce qu'on a vu dans le *Lychnis dioica*; en même temps que naît cette assise, la subérine envahit toutes les cellules du parenchyme cortical. Les faisceaux se modifient également, ils s'allongent et tendent à se placer sur un cercle; enfin les fibres libériennes s'isolent, tandis que dans la tige aérienne elles sont enfermées dans le tissu de soutien et y disparaissent (fig. 69, *fl*).

En résumé, il résulte surtout de ce qui vient d'être dit, qu'il se produit, dans les rhizomes des Renonculacées, ***une réduction et souvent même une disparition complète du tissu de soutien; il peut se substituer à ce tissu un appareil de protection formé par une couche subéreuse se produisant à l'endroit où il existait dans la tige aérienne.***

FUMARIACÉES.

La partie aérienne du *Corydalis lutea* présente un anneau de soutien très particulier; il est formé de grandes cellules à parois lignifiées, mais peu épaisses (pl. VII, fig. 74); cet anneau est séparé des faisceaux libéro-ligneux par plusieurs

assises de cellules dont les parois sont formées de cellulose pure; l'anneau précédent serait cortical. Seulement, comme je n'ai pas eu l'occasion de suivre le développement de cette tige et que l'endoderme n'est pas distinct dans l'échantillon examiné, je ne puis me prononcer; il arrive souvent, en effet, que l'endoderme est rejeté très loin des faisceaux libériens par suite du développement du tissu fondamental entre cette membrane et le liber proprement dit; on a déjà vu une pareille organisation assez nettement chez plusieurs Caryophyllées. Il existe, en plus de ces cellules lignifiées, des fibres à parois épaisses (fig. 74, f), isolées dans le tissu de la moelle et dans les rayons médullaires. Les faisceaux libéro-ligneux sont séparés, en effet, par de très grands rayons médullaires; une couche génératrice fonctionne avec très peu d'activité entre le bois et le liber, aussi ces deux tissus sont-ils peu développés.

Dans la partie souterraine, l'endoderme n'est pas plus visible que dans la tige aérienne, mais si l'on compare les épaisseurs du tissu s'étendant de l'épiderme aux faisceaux libériens, on trouve dans la partie aérienne 18 divisions micrométriques pour cette épaisseur et 30 dans la partie enterrée. Il y a donc encore augmentation des tissus périphériques de la tige sous le sol. En outre, l'anneau des cellules lignifiées a disparu (fig. 75); il subsiste bien un grand nombre de fibres à parois très épaisses, mais on n'observe plus le cercle de soutien, l'appareil homogène formant un tout. Les faisceaux libéro-ligneux de cette partie souterraine ont une organisation très curieuse. Ils sont d'abord beaucoup plus étalés que dans la tige aérienne et par conséquent moins nombreux. Il existe ensuite une seconde couche génératrice à l'intérieur du bois qui le contourne latéralement et vient se joindre à une couche bien moins importante développée entre les faisceaux libéro-ligneux.

En somme, on voit que *l'anneau de soutien disparaît dans la partie souterraine, et que le parenchyme cortical y augmente beaucoup.*

CRUCIFÈRES.

I. *Cardamine pratensis.* — Le parenchyme cortical de la tige aérienne du *Cardamine pratensis* est peu développé; une assise régulière le termine sans qu'on y distingue les plissements endodermiques, on n'y constate qu'une légère subérification. Il existe un anneau ligneux ondulé à la périphérie de la moelle; les saillies des ondulations correspondent aux rayons médullaires dont les cellules sont lignifiées et les creux sont occupés par les faisceaux ligneux; on trouve en face de chaque faisceau ligneux un faisceau libérien présentant un petit groupe de fibres adossées à l'endoderme. Le tissu médullaire est très important relativement à l'écorce, il commence à se dissocier au centre, et ses cellules commencent à se lignifier légèrement.

Dans le rhizome de cette plante, l'épiderme possède une membrane brunâtre, et le tissu cortical est extrêmement développé; on distingue, au milieu de ce dernier, des fibres très grosses, à cavité presque nulle, montrant très nettement les stries transversales des membranes cellulosiques. L'endoderme est formé de cellules beaucoup plus petites que les autres cellules corticales; on reconnaît cette membrane à la subérification de ses parois latérales. A l'intérieur du cylindre central, on constate la diminution des fibres libériennes, la lignification irrégulière dans les faisceaux du bois (encore réunis entre eux par des arcs ligneux résultant de la transformation en fibres de la partie interne des rayons médullaires) et la diminution de la moelle. On trouve, en effet, les nombres suivants pour l'épaisseur comparée de la moelleet de l'écorce :

TISSUS.	TIGE AÉRIENNE.	TIGE SOUTERRAINE.
Écorce.....................	7	25
Moelle.....................	70	3
Rapport de la moelle à l'écorce.	10	1

On retrouve, en somme, dans cette plante presque toutes les modifications dues au séjour sous le sol :

1° La subérification de l'épiderme;

2° L'accroissement de l'écorce;

3° La réduction des fibres libériennes ;

4° La lignification irrégulière dans le bois;

5° La réduction du rapport de la moelle à l'écorce.

Comme particularité, on constate la production de fibres isolées, très épaisses, aussi bien dans la moelle que dans l'écorce du rhizome. On a déjà trouvé des faits semblables chez les Renonculacées.

II. 1° *Couche subéreuse et parenchyme cortical.* — Il existe, dans la portion externe du rhizome de *Cochlearia Armoracia*, une couche subéreuse formée de cellules extrêmement petites relativement à celles du parenchyme cortical intérieur ou extérieur à cette couche; le premier a une épaisseur bien plus grande que le second. Ainsi le parenchyme cortical extérieur à la couche subéreuse étant représenté par 11 divisions micrométriques, le parenchyme intérieur est représenté par 30; naturellement, cette portion externe de l'écorce est envahie par la subérine et même en partie exfoliée en certains points. L'épaisseur de l'écorce est seulement de 15 divisions micrométriques, on voit donc que ce tissu s'est encore beaucoup accru dans les parties souterraines. L'*Alyssum calycinum* offre une couche subéreuse analogue par sa situation dans le parenchyme cortical et par sa composition, car elle est formée de cellules également très petites relativement aux autres cellules corticales. Dans une très vieille tige souterraine de *Lunaria rediviva*, la couche subéreuse est un peu plus profonde. Le tissu cortical des plantes de cette famille présente d'autres particularités, on constate très nettement, chez l'*Alyssum calycinum* par exemple, l'accroissement du parenchyme cortical dans la partie souterraine de la tige; il existe des faisceaux libéro-ligneux dans l'écorce du *Cochlearia*.

2° *Faisceaux libéro-ligneux.* — La tige aérienne du *Co-*

chlearia Armoracia présente la même structure que celle du *Cardamine*, les faisceaux ligneux sont réunis par des arcs de parenchyme résultant de la lignification des rayons médullaires. La structure du rhizome est absolument différente, les faisceaux libéro-ligneux ne sont plus séparés par de grands rayons médullaires bien nets, comme dans la tige aérienne, la moelle ayant diminué d'épaisseur, les faisceaux se sont rapprochés; d'ailleurs, la lignification est très faible dans les faisceaux du bois, les vaisseaux sont seuls lignifiés. Ces derniers sont si peu nombreux et si disséminés qu'on ne peut arriver à distinguer les rayons médullaires du parenchyme non lignifié des faisceaux qu'à l'extrémité interne de ces derniers. En ce point, en effet, il s'est produit quelques fibres qui permettent d'individualiser les faisceaux.

Dans la tige aérienne du *Lunaria rediviva*, l'anneau ligneux est très complet, les faisceaux ligneux sont bien mieux développés; les rayons médullaires sont moins étalés, et la transformation de leurs cellules en fibres est complète dans le voisinage de l'endoderme; les fibres libériennes sont très nombreuses en face de chaque faisceau du bois. La tige souterraine de cette plante offre dans sa partie interne un anneau dans lequel la lignification est complète et, dans la région externe, des rayons entièrement ligneux séparés par des bandes considérables de parenchyme non lignifié. Les fibres libériennes sont encore très nombreuses dans cette partie de la tige, mais leur accroissement n'est nullement en rapport avec le développement énorme des faisceaux du bois; d'ailleurs, au lieu de former des groupes homogènes, comme dans la tige aérienne, ces fibres sont absolument disséminées sans ordre dans le parenchyme libérien.

Enfin, dans l'*Alyssum calycinum*, il existe à la base souterraine de la tige un cercle ligneux complet très développé dans lequel les rayons médullaires sont lignifiés; on y observe de plus que les fibres libériennes diminuent très sensiblement.

On remarque dans la tige aérienne du *Dentaria bulbifera*, outre le système de soutien observé précédemment dans le

cylindre central, un anneau ligneux résultant de la lignification du collenchyme qui existe sous l'épiderme ; ce tissu disparaît d'ailleurs entièrement dans la partie souterraine.

3° *Moelle.* — La moelle se réduit considérablement dans l'*Alyssum calycinum ;* on trouve en effet :

TISSUS.	TIGE AÉRIENNE.	TIGE SOUTERRAINE.
Écorce......................	8	4
Moelle......................	30	11
Anneau ligneux..............	13	23
Rapport de la moelle à l'écorce.	3	2

III. Le *Lepidium latifolium* permet de résumer les différences trouvées dans cette famille. L'écorce passe d'une épaisseur de 5 divisions micrométriques dans la partie aérienne à 65 divisions dans la partie souterraine. La couche subéreuse de cette dernière région est née dans l'assise sous-épidermique, elle est également formée de très petites cellules. Les fibres libériennes de la partie souterraine sont bien moins nombreuses que dans la partie aérienne. Les faisceaux libéro-ligneux ont pris un extrême accroissement dans la tige aérienne, les rayons médullaires lignifiés sont très réduits. Dans la partie souterraine les faisceaux libéro-ligneux sont peu développés, et la lignification est déjà irrégulière. On n'observe de parenchyme ligneux, dans les rayons médullaires, que vers la partie interne. La moelle est encore très puissante, et elle est mesurée par le même nombre de divisions dans la tige aérienne que dans la tige souterraine ; par conséquent, comme l'écorce a augmenté beaucoup d'épaisseur ; là encore le rapport de la moelle à l'écorce est plus faible dans le rhizome que dans la tige aérienne.

Les Crucifères étudiées montrent donc les modifications dues

au changement de milieu. 1° *L'épaisseur de l'écorce augmente*, et 2° *une couche subéreuse naît au milieu du parenchyme cortical des parties souterraines.* 3° La diminution des fibres libériennes est moins évidente que dans la plupart des familles étudiées précédemment; mais les parties souterraines étant beaucoup plus âgées que les parties aériennes, il faut surtout tenir compte du développement relatif de ces fibres et de celui du faisceau du bois, on trouve alors toujours que *la réduction des fibres libériennes est indiscutable.* 4° *La lignification est irrégulière dans les parties enterrées, les vaisseaux peuvent être seuls lignifiés* en un grand nombre de points. 5° *Le rapport de la moelle à l'écorce diminue* en passant de la tige aérienne à la région souterraine de la tige.

VIOLACÉES.

Le *Viola biflora* se trouve souvent dans les Alpes à une altitude très élevée; je l'ai trouvé à 2700 mètres environ. Cette plante se cache sous les rochers; quand on la déterre, on trouve sous le sol un long rhizome blanc peu épais. La tige aérienne présente des angles que n'offre pas le rhizome qui est complètement arrondi. Le parenchyme est un peu plus épais dans la tige souterraine, mais cette différence est très faible; c'est dans le nombre des cellules que se trouve la principale dissemblance entre ces deux parties de l'axe, il s'est produit une multiplication considérable de ces éléments; en effet, tandis qu'il n'existe que sept ou huit assises de cellules dans le parenchyme cortical aérien, on en compte une quinzaine dans la partie développée sous le sol. L'endoderme du rhizome est une assise légèrement subérifiée sur toutes ses faces; cette membrane est formée, dans la tige aérienne, de cellules beaucoup plus grandes dans lesquelles les ponctuations sont encore visibles. Le liber ne présente de fibres ni dans la partie aérienne, ni dans la partie souterraine; le tissu ligneux forme quatre groupes dans la tige aérienne, tandis qu'on n'en voit que deux dans le rhizome. Enfin, la moelle

est un peu plus développée dans la tige souterraine. On observe chez cette plante un grand développement de l'écorce qui tient, en partie, à l'étiolement de la tige aérienne développée sous les rochers à l'abri de la lumière dans l'échantillon que j'ai observé.

Si l'on examine un pédoncule floral de *Viola hirta*, on trouve que la tige est anguleuse. En faisant une section transversale de cette partie, on voit que l'épiderme est fortement cuticularisé. Ce qui frappe surtout dans cette coupe, c'est le développement considérable du parenchyme cortical relativement au tissu médullaire; cependant on constate que cette grande extension n'est pas due au nombre considérable des cellules, mais à ce que leur volume s'est beaucoup accru. L'écorce se termine par une assise bien régulière où l'on ne voit pas de ponctuations. On trouve dans le cylindre central deux faisceaux libéro-ligneux sans fibres, opposés et étalés de façon à occuper presque toute la périphérie de la moelle; il existe cependant deux rayons médullaires aux extrémités d'un diamètre. Dans le rhizome de cette plante, on remarque que l'écorce est en partie exfoliée. Le tissu cortical est formé de cellules également très petites, comme dans le *Viola biflora;* or on a vu, au début de ce travail, que, sous terre, le parenchyme cortical augmente par l'accroissement en volume et en nombre de ses cellules; dans la plante dont il s'agit en ce moment, la multiplication des cellules seule a eu lieu. L'endoderme, légèrement subérifié, entoure un cylindre central irrégulier dans lequel la couche génératrice libéro-ligneuse a fonctionné avec activité en produisant un liber toujours mou et un tissu ligneux dans lequel la lignification est irrégulière. La moelle est plus importante que dans la partie aérienne mais peu développée relativement à l'anneau ligneux de ce rhizome âgé.

En résumé, dans cette famille, on trouve : 1° que *l'écorce multiplie beaucoup ses cellules dans les parties souterraines;* 2° que *la lignification s'y produit très irrégulièrement;* 3° que *la tige tend à y devenir arrondie.*

GÉRANIACÉES.

Geranium sanguineum. — La tige aérienne de cette plante présente un tissu de soutien spécial. Il est constitué par un anneau fibreux assez mince qui est relié aux fibres libériennes par un prolongement radial s'implantant dans les faisceaux libéro-ligneux. Ces derniers ont une forme ovalaire et vont en s'amincissant en pointe vers l'intérieur; les faisceaux ligneux sont disposés en croissant, à concavité tournée vers l'extérieur, dont les deux cornes remontent latéralement des deux côtés du liber mou. On retrouve, en outre, dans cette partie de l'axe, les caractères généraux des tiges aériennes : la faible épaisseur de l'écorce et le grand diamètre de la moelle.

Le rhizome de cette plante, qui contient une très grande quantité d'amidon dans presque toutes ses cellules, présente une couche subéreuse qui a déjà exfolié en partie le parenchyme cortical; ce qui reste de ce tissu est formé de cellules très grandes dont le volume est plus considérable que celui des éléments correspondants des tiges aériennes. Les faisceaux libéro-ligneux sont séparés par de très larges rayons médullaires qui font communiquer l'écorce avec le tissu de la moelle, car on ne distingue plus l'endoderme dans ce vieux rhizome. Les fibres libériennes sont encore nombreuses et épaisses dans chaque faisceau, mais l'anneau de soutien a complètement disparu. On retrouve, dans la partie souterraine de cette plante, une particularité déjà signalée chez certaines Renonculacées; il existe, à la pointe interne des faisceaux du bois, des groupes de fibres comme dans le *Thalictrum minus* ou le *Ranunculus Chærophyllos*.

En résumé, on voit que l'*anneau de soutien de la tige aérienne disparaît complètement dans le rhizome*, quoique celui-ci soit beaucoup plus âgé que la partie dressée au-dessus du sol.

OXALIDÉÉS.

Oxalis Acetosella. — L'épiderme du pédoncule floral est formé de très petits éléments entourant une écorce bien développée et formée de très grandes cellules. L'endoderme, qui termine ce tissu, semble décomposé en fragments présentant des ponctuations seulement en face et en dehors des faisceaux libéro-ligneux qui sont isolés (1); ces ponctuations disparaissent sur les grandes cellules qui se trouvent entre ces régions; ces derniers éléments sont très larges, et établissent la communication entre l'écorce et la moelle. Les faisceaux libéro-ligneux sont très peu développés; en effet, le liber est exclusivement mou, et le bois est formé de cinq ou six vaisseaux.

Dans le rhizome, l'épiderme est composé de cellules légèrement subérifiées, au lieu d'être cuticularisées, comme dans la partie aérienne; cette modification est le premier résultat du changement de milieu, ainsi qu'on l'a déjà vu très souvent. Les cellules de l'écorce qui, dans la coupe précédente, étaient un peu plus grosses seulement que celles de la moelle, sont ici d'un diamètre très supérieur, on trouve en effet :

TISSUS.	TIGE AÉRIENNE.	RHIZOME.
Diamètre d'une cellule de l'écorce..................	17	18
Diamètre d'une cellule de la moelle..................	8	4

On voit donc que le diamètre des cellules de l'écorce reste à peu près le même dans le rhizome que dans le pédoncule

(1) Une cellule de l'endoderme présentait accidentellement des ponctuations sur une face tangentielle.

floral, tandis que celui des cellules de la moelle diminue de moitié dans la tige souterraine. Les cellules de l'endoderme sont intermédiaires, comme taille, entre celles de l'écorce et celles de la moelle ; elles forment une assise régulière et complète autour du cylindre central ; les parois de ces cellules sont déjà légèrement subérifiées, cependant on y distingue les plissements en certains points. Les vaisseaux du bois sont disposés en anneau autour de la moelle très réduite ; seulement la lignification ne s'y produit pas régulièrement.

En résumé, dans le rhizome :

1° L'épiderme se subérifie.

2° L'écorce s'accroît et la moelle diminue par la réduction du diamètre des cellules qui forment cette dernière.

3° L'endoderme forme uncercle complet autour du cylindre central.

4° Les faisceaux libéro-ligneux forment un anneau au lieu d'être séparés.

5° L'amidon est très abondant.

Le rhizome de l'*Oxalis stricta* offre un épiderme envahi par la subérine, mais on n'y trouve pas de couche subéreuse. L'écorce est bien développée, elle présente neuf assises de cellules en moyenne ; la dernière, formée de cellules plus petites, est très régulière ; on observe autour du cylindre central un cercle complet de cellules dont les parois latérales sont subérifiées. Les faisceaux libéro-ligneux sont isolés à la périphérie d'une moelle beaucoup plus développée. Quelques-uns de ces faisceaux sont encore à l'état de méristème, laissant entre eux et l'endoderme deux ou trois assises de cellules ; à mesure que le faisceau se développe, la division gagne peu à peu vers l'extérieur et même, en certains points, arrive jusqu'à l'endoderme. Le rhizome contient une masse considérable d'amidon. Dans la tige aérienne, l'anneau ligneux est complet, le parenchyme cortical est très réduit.

On retrouve donc, dans ces plantes, les caractères des

organes souterrains. 1° *La subérine se produit dans l'épiderme.* 2° *L'écorce s'accroît, et le rapport de la moelle à l'écorce diminue.* 3° *L'amidon apparaît en très grande abondance.*

EUPHORBIACÉES.

I. *Mercurialis perennis.* — Chez les parties jeunes du rhizome du *Mercurialis perennis*, dans lesquelles l'épiderme n'a pas disparu, je n'ai point trouvé de stomates sur cette assise ; cet épiderme ne tarde pas être subérifié et exfolié. Les cellules de l'écorce de cette région souterraine sont très développées et presque aussi grosses que celles de la moelle. Dans les parties jeunes, l'endoderme est très distinct, et présente des ponctuations très nettes; dans un rhizome plus âgé, il naît, en face des faisceaux libéro-ligneux, une assise subéreuse irrégulière qui disloque l'endoderme, et la subérine apparaît dans les portions externes de cette couche. Les faisceaux libéro-ligneux sont très peu développés et sans fibres libériennes ; en quelques points seulement, le parenchyme qui existe entre eux commence à se lignifier.

Une tige aérienne rampante présente un épiderme cuticularisé dans la région qui ne repose pas sur le sol ; en ces derniers points, cette membrane est un peu noircie. On voit déjà, chez cette tige, que la moelle prend un développement considérable. Cet accroissement est encore plus net dans une tige aérienne dressée, examinée au mois d'avril, au moment où elle porte des fleurs. Le parenchyme cortical est alors très réduit ; la chlorophylle s'y montre localisée dans les assises les plus internes de ce tissu et même, en un grand nombre de points, dans une seule ; l'endoderme ne contient pas de chlorophylle, et les ponctuations ne sont pas visibles sur ses faces latérales. Les faisceaux libéro-ligneux sont encore isolés, car la couche génératrice libéro-ligneuse n'existe encore qu'entre le bois et le liber dans les faisceaux. Enfin on retrouve la chlorophylle à la périphérie de la moelle entourant les vaisseaux spiralés et annelés.

On constate donc, chez le rhizome de cette plante :

1° La subérification de l'épiderme et son exfoliation;

2° L'accroissement important du parenchyme cortical par l'augmentation de volume des cellules et leur multiplication;

3° L'ébauche d'une couche subéreuse à l'intérieur de l'endoderme dans l'assise périphérique;

4° La réduction de la moelle relativement à l'écorce.

II. Lorsque l'on compare la partie souterraine du *Mercurialis annua* à sa partie aérienne, on trouve des différences importantes. En effet, bien que cette plante soit annuelle et n'ait pas de rhizome, il peut cependant y avoir une partie souterraine à la base de la tige dressée. Le parenchyme cortical dans cette dernière partie est bien moins développé que dans la portion de la tige qui existe sous le sol; l'écorce, dans ce dernier cas, est d'ailleurs envahie en partie par la subérine. Le liber forme un anneau complet autour du bois; il présente quelques fibres libériennes dans la partie aérienne qui disparaissent entièrement dans la région enterrée. L'anneau ligneux est très développé dans ce dernier cas; on voit les faisceaux primaires faire des saillies très avancées dans la moelle; en cet endroit les cellules du tissu médullaire se sont extrêmement allongées et étirées. La moelle est d'ailleurs moins développée dans la tige souterraine que dans la tige aérienne.

Lorsqu'on examine une racine d'*Euphorbia sylvatica*, on voit qu'il existe à sa surface des bourgeons adventifs. Germain de Saint-Pierre a signalé depuis longtemps des faits semblables dans l'*Euphorbia Cyparissias* et le *Linaria vulgaris*.

Si l'on étudie le passage de la partie souterraine à la partie aérienne d'une même tige d'*Euphorbia sylvatica*, on trouve des différences faibles, mais qu'il est intéressant de noter, justement parce qu'elles indiquent bien le sens dans lequel s'opère l'action du milieu.

La moelle de la partie souterraine est formée de cellules à parois minces et parfaitement vivantes, non en voie de résorption; dans la partie aérienne, les cellules de cette portion de

la tige ont des parois très épaisses, et la moelle, malgré son accroissement de volume, est déchirée au centre. Le système ligneux présente également une différence légère dans l'épaisseur des parois des éléments de ce tissu, ces parois sont plus épaisses dans la partie aérienne. La chlorophylle de la région de l'axe au-dessus du sol manque dans la partie souterraine où l'on observe une certaine quantité d'amidon, qui existe dans les tissus parenchymateux et en particulier dans le parenchyme ligneux. Enfin, l'épiderme est différent dans les deux cas par la nature de ses parois et par le contenu de ses cellules. En effet, tandis que les cellules de cette assise ont leurs parois subérifiées et que leur contenu est incolore dans la partie souterraine, celles de l'épiderme aérien sont seulement cuticularisées et contiennent un suc rouge qui donne à la tige la couleur qu'on lui connaît.

On observe chez ces plantes : 1° *l'accroissement de l'écorce; 2° la réduction relative de la moelle; 3° la formation hâtive d'une couche subéreuse; 4° la production d'amidon* dans les parties souterraines.

MALVACÉES.

Malva Alcea. — Il n'y a pas de rhizome dans cette plante, mais la base souterraine offre des différences très nettes avec la tige aérienne.

L'épiderme de cette région est fortement cuticularisé. Le tissu cortical peut se diviser en trois régions. A l'intérieur immédiatement de l'assise épidermique, on trouve deux assises de cellules à chlorophylle ; on observe ensuite un tissu collenchymateux qui rentre dans cette catégorie que M. Vesque (1) appelle collenchyme convexe dont on a déjà vu un exemple dans la tige aérienne de *Solanum tuberosum* (2); la troisième

(1) *Anatomie comparée de l'écorce* (*Annales des sc. nat.*, 6e série, t. II, p. 104).

(2) Voy. plus haut, p. 32.

région est constituée par de grandes cellules à parois minces se terminant par une assise irrégulière. Les fibres libériennes forment de petits groupes nombreux et importants quelquefois au nombre de deux en face les faisceaux primaires. Le bois présente un anneau très épais dans lequel les trachées des faisceaux primaires sont en saillie dans la moelle ; ces vaisseaux spiralés sont entourés par un tissu non lignifié bordé du côté de la moelle par un arc de fibres.

A la périphérie de la partie souterraine, *il existe une couche subéreuse importante*, c'est la première différence à signaler avec l'organisation précédente. En second lieu, *les fibres libériennes sont bien moins nombreuses*, et les groupes qui subsistent encore sont isolés et comme résultant de la dissociation des groupes importants de la tige aérienne. Enfin *la moelle* qui est encore lignifiée *est très réduite*.

PRIMULACÉES.

I. *Primula elatior*. — Le rhizome du *Primula elatior* offre une écorce considérable relativement au cylindre central ; on observe à la périphérie de ce tissu une couche subéreuse peu régulière ; les cellules du parenchyme cortical vont en décroissant vers le centre de la tige, et il se forme même en certains endroits une zone de très petites cellules se distinguant très nettement de la région plus externe. L'endoderme est subérifié, toutes ses parois se colorent par la fuchsine. Le liber est exclusivement mou, et forme un anneau assez important autour du tissu ligneux. Le tissu ligneux offre une distribution assez irrégulière ; on distingue d'abord les faisceaux à leur place normale ; il existe ensuite des groupes de vaisseaux à la périphérie du liber mou. La direction de ces derniers vaisseaux est très variable, mais on constate qu'un grand nombre d'entre eux sont perpendiculaires à l'axe de la tige souterraine ; des sections longitudinales montrent qu'ils s'anastomosent entre eux et forment un réseau ; on constate donc dans cette plante l'existence d'une disposition rappelant

celle que M. Mangin (1) a trouvée dans les rhizomes des Monocotylédones. Ce réseau avait déjà été nettement indiqué et figuré dans le travail de M. Kamienski sur les Primulacées (2). Enfin on observe dans ce rhizome une très grande réduction du tissu médullaire.

A l'irrégularité très grande du rhizome, on peut opposer la parfaite symétrie de la tige florale. L'épiderme est d'abord pilifère. Le tissu cortical offre deux régions : l'externe, collenchymateuse, est formée de très petites cellules; l'interne en présente, au contraire, de grandes. On voit donc qu'on trouve, dans cette partie, une disposition absolument inverse de celle du rhizome. Dans une tige aérienne bien développée, on constate qu'il existe, en dehors des faisceaux libéro-ligneux, un cercle complet formé de six ou sept assises de cellules lignifiées mais non épaissies. Lorsqu'on examine des tiges jeunes, on voit que ce tissu est en dedans de l'endoderme; par conséquent, dans ce cas, il s'est produit un grand accroissement du parenchyme fondamental entre les faisceaux et l'endoderme, comme on l'a déjà vu chez les Caryophyllées. Dans les faisceaux libéro-ligneux, le liber mou est assez développé et la couche génératrice entre le bois et le liber n'existe pas. On trouve les nombres suivants, qui expriment le rapport de la moelle à l'écorce :

TISSUS.	TIGE AÉRIENNE.	TIGE SOUTERRAINE.
Écorce	22	120
Moelle.....................	150	80
Rapport de la moelle à l'écorce.	6	0,6

En résumé, on voit que les différences si profondes qu'on remarque entre le rhizome et la tige souterraine sont de même

(1) *Origine et insertion des racines adventives et modifications corrélatives de la tige chez les Monocotylédones* (Thèse. Paris, 1882).

(2) *Anatomija porow nawcza piérwiosnkowatych*, Cracovie, 1876.

ordre que celles qu'on produit par l'expérience : l'écorce s'accroît, la moelle se réduit, l'amidon apparaît dans tous les tissus parenchymateux, et l'appareil de soutien disparaît complètement.

II. On observe une structure semblable chez les autres plantes de cette famille. Le *Primula grandiflora* montre une organisation presque identique dans le rhizome ; on y constate, en effet, le même développement exagéré de l'écorce, la même subérification de l'endoderme, la même réduction de la moelle ; enfin, on voit également, à la périphérie du cylindre central, les vaisseaux disposés irrégulièrement et formant un réseau. Dans le rhizome de *Primula minima*, on ne retrouve pas ce réseau, mais les caractères précédents s'y montrent ; on remarque le même développement de l'écorce et le faible diamètre de la moelle ; les faisceaux du bois sont isolés dans le cylindre central et distribués très irrégulièrement. Cette plante présente une particularité qui n'existe pas dans les autres espèces ; à la partie interne de chaque faisceau ligneux, il existe un groupe très important de fibres de fort diamètre et de faible cavité ; la lignification de leurs parois est très intense, car elles se colorent en jaune d'or par le sulfate d'aniline.

III. *Soldanella alpina*. — Le *Soldanella alpina* est une de ces jolies petites plantes, aux couleurs vives, comme on en rencontre tant dans les Alpes. J'ai cueilli celle que j'ai pu étudier à 2500 mètres d'altitude, en traversant le col du Tauern, dans les Alpes autrichiennes.

Au-dessous de l'épiderme cuticularisé du pédoncule floral, on rencontre un tissu collenchymateux peu développé ; les cellules du parenchyme cortical vont en croissant de l'extérieur à l'intérieur de la tige, et se terminent par un endoderme peu régulier et légèrement lignifié. Cette membrane limite un anneau de soutien formé de cinq ou six assises de cellules lignifiées, mais dont la cavité est peu réduite. L'an-

neau a donc été formé aux dépens du tissu fondamental. Ce tissu s'est accru entre l'endoderme et le liber, aussi les faisceaux libéro-ligneux sont-ils rejetés vers l'intérieur du cylindre central. Le tissu médullaire a à peu près en diamètre la même épaisseur que l'écorce.

Dans la partie souterraine, on trouve une structure très différente : 1° il existe à la périphérie une couche subéreuse bien développée; 2° le parenchyme cortical prend un grand accroissement, et se termine par un endoderme peu net qui sépare le parenchyme cortical du cylindre central; 3° la différence saillante tient à la disparition complète de l'anneau de soutien; 4° il n'y a pas de fibres libériennes pour remplacer ce dernier tissu; 6° la moelle est très réduite.

On trouve en effet pour la moelle et l'écorce les épaisseurs suivantes :

TISSUS.	TIGE AÉRIENNE.	TIGE SOUTERRAINE.
Écorce	25	58
Moelle	26	10
Rapport de la moelle à l'écorce.	1,04	0,1

On constate donc, en somme, *la disparition de l'appareil de soutien*, *l'apparition de l'amidon*, *l'augmentation de l'écorce et la réduction de la moelle* dans les parties souterraines des Primulacées.

LABIÉES.

J'ai fait une étude assez complète du *Teucrium Scorodonia*, aussi vais-je prendre cette plante comme type; j'examinerai ensuite comparativement les autres Labiées.

I. *Teucrium Scorodonia.*— La tige aérienne jeune est carrée; il se forme aux angles, des ailes qui sont en saillie. L'épiderme

est légèrement cuticularisé, et porte deux sortes de poils, les uns capités et les autres très allongés. Le parenchyme cortical est très peu développé, il n'offre que quatre ou cinq assises de cellules sur les pans de la tige; aux angles, l'écorce prend un plus grand développement. En cet endroit, il existe, en effet, sous l'épiderme un tissu collenchymateux très puissant qui est localisé dans ces saillies; le parenchyme à parois non épaissies reparaît jusqu'à l'endoderme. Cette dernière assise est très régulière, elle entoure complètement le corps central; on reconnaît ici l'endoderme, non seulement par sa situation, mais aussi par ses ponctuations très nettes (pl. VII, fig. 77, *end*). Aux quatre coins du prisme formant le corps central, il existe des faisceaux libéro-ligneux très développés. C'est en ces points que se trouvent presque toutes les fibres libériennes; souvent ces fibres ne se forment pas dans l'assise immédiatement contre l'endoderme, mais dans les assises plus internes; cependant, en un grand nombre d'autres points, les cellules de cette assise voisine de l'endoderme subissent la transformation en éléments fibreux. Le liber mou est incomparablement moins développé que le bois, tous les deux d'ailleurs forment des anneaux; on observe aux angles de l'anneau ligneux de puissants faisceaux résultant de l'accroissement des faisceaux primaires de la tige; ces faisceaux sont reliés par des bandes épaisses de parenchyme ligneux.

Dans une tige aérienne plus âgée, les saillies sont moins grandes. Le tissu collenchymateux des angles est moins important et sa diminution semble correspondre à un développement inverse des fibres libériennes. Ces fibres, qui constituent dans la tige jeune (fig. 77) de petits groupes irréguliers, forment maintenant un arc complet contournant tout le coin du corps central; la cavité de ces cellules est moins grande; enfin, presque toutes les cellules de l'assise immédiatement en contact avec l'endoderme sont transformées en éléments fibreux. Ces quatre arcs puissants ne sont plus les seuls, il existe d'autres petits groupes de fibres sur les pans du prisme central; on compte d'ailleurs dans ces derniers au plus une

dizaine de fibres qui prennent encore, en ces points, aussi bien naissance dans l'assise voisine de l'endoderme que dans les assises sous-jacentes. Le liber mou n'a pas suivi le développement du liber dur; il présente au plus une épaisseur de trois ou quatre cellules; il subsiste donc, à la périphérie du bois, sous la forme d'un mince cordon (fig. 78, *l.*). L'anneau ligneux est, au contraire, extrêmement développé et l'accroissement s'est produit aussi bien dans les faisceaux que dans les bandes ligneuses les reliant entre eux; il existe, en outre, dans chaque faisceau un nombre considérable de fibres ligneuses. Enfin il se produit, à la périphérie de la moelle, un arc de cellules lignifiées entourant les trachées.

Si l'on examine maintenant les rhizomes de cette plante, en prenant d'abord les plus jeunes, on trouve tout de suite des différences importantes entre leur structure et celle qu'on vient de décrire. Dans les jeunes tiges souterraines, on constate que les angles tendent à disparaître, ils s'arrondissent. L'épiderme porte encore des poils, mais les poils capités sont supportés par un plus long pédicelle. Le parenchyme cortical a considérablement augmenté d'épaisseur, mais le nombre des assises de cellules le formant n'a pas beaucoup varié, au lieu de quatre on en compte six, c'est donc à l'accroissement des cellules qu'on doit l'augmentation de l'écorce. Le tissu collenchymateux a complètement disparu aux angles. L'endoderme est encore assez régulier, seulement on n'y distingue pas de ponctuations. Les fibres libériennes existent aux coins du corps central, mais elles sont déjà bien moins nombreuses que dans la tige jeune aérienne. Les faisceaux sont encore reconnaissables dans l'anneau ligneux complet qui existe autour de la moelle; cependant la tendance à l'homogénéité de cette partie rend ces faisceaux moins nets que dans la tige aérienne. En effet, dans cette dernière tige, ces faisceaux proéminent nettement dans la moelle; dans la tige souterraine, l'arrondissement de la tige, la réduction de la moelle tendent à rendre tout l'anneau ligneux plus uniforme.

Chez les rhizomes un peu plus âgés, on remarque des modi-

fications dans les tissus protecteurs. Dans les jeunes pousses souterraines, l'épiderme n'est presque pas modifié, ainsi qu'on vient de le dire. Après un séjour plus prolongé sous le sol, ses cellules s'encroûtent d'une matière noirâtre ; cette substance envahit bientôt les parois latérales et internes de cette assise. La destruction des cellules de la périphérie de la tige se propage vers l'intérieur, et une partie des cellules du parenchyme cortical noircissent à leur tour. On constate alors un cloisonnement dans les cellules internes qui ne sont pas encore mortes, seulement ces cellules génératrices sont distribuées irrégulièrement. On voit, en effet, dans une même coupe, en un endroit un arc générateur très enfoncé dans le parenchyme cortical; en un autre point, on trouve des cellules génératrices au voisinage de l'épiderme. Enfin, dans les vieux rhizomes, il existe une couche subéreuse irrégulière à la périphérie de la tige. Pendant que ces transformations s'opèrent vers l'extérieur, la couche génératrice libéro-ligneuse produit un développement considérable du liber mou et des faisceaux du bois. Dans le liber, les fibres sont de plus en plus isolées, et le liber mou devient de plus en plus prépondérant. C'est surtout dans l'anneau ligneux que les changements sont sensibles ; le tissu ligneux forme un cercle bien régulier, et, au lieu de quatre faisceaux qui prédominent sur les autres, on voit un grand nombre de faisceaux du bois tous égaux, très allongés, séparés les uns des autres par des rayons médullaires lignifiés qui se différencient nettement des faisceaux.

En résumé, dans la partie souterraine :

1° Un épiderme subérifié se montre à l'extérieur remplacé assez tard par une couche subéreuse.

2° Le parenchyme cortical prend un grand accroissement.

3° Le collenchyme de l'écorce disparaît.

4° Les fibres libériennes diminuent pendant que le liber mou augmente.

5° Les faisceaux libéro-ligneux forment un anneau dans lequel tous les faisceaux sont égaux, très allongés et séparés par des rayons médullaires lignifiés.

6° Le rapport de la moelle à l'écorce est plus faible que dans la tige aérienne.

7° La tige s'arrondit.

II. Je vais comparer à cette organisation de la Germandrée celles des autres Labiées que j'ai pu étudier.

1° *Épiderme et couche subéreuse.* — L'épiderme, simplement cuticularisé dans la tige aérienne du *Lycopus europæus*, se recouvre d'une matière brunâtre dans la tige souterraine ; cette substance se montre sur les poils qui existent encore sur cette membrane, et tend à envahir les autres parois des cellules épidermiques; en quelques points, la subérine se présente dans les assises sous-jacentes à l'épiderme. Le *Galeobdolon luteum* présente également un épiderme seulement subérifié. Dans l'*Origanum vulgare*, il naît une couche génératrice très irrégulière, car, par suite de la disparition de l'épiderme, la subérine menace d'envahir jusqu'aux organes importants de la tige souterraine. On constate la même irrégularité dans le *Stachys palustris* et le *Salvia verticillata*.

2° *Modifications de l'écorce.*— Le parenchyme cortical prend, dans toutes les plantes étudiées, un grand accroissement dans les parties souterraines. Chez le *Salvia verticillata*, cette augmentation de l'écorce est due à l'accroissement de la capacité de chaque cellule; ce changement est accompagné de très grandes modifications dans la régularité des assises corticales. Il existe aux angles, dans la tige aérienne de la Sauge dont il s'agit, un tissu collenchymateux très important qui s'étend assez loin sur les pans de la tige dans les deux rangées de cellules sous-épidermiques; ce collenchyme manque dans la région souterraine de cette plante.

On voit, dans le *Melittis Melissophyllum*, des ailes très saillantes sur la tige aérienne, ces appendices offrent un collenchyme important; une de ces ailes présente même un fait curieux, qui justifie bien l'opinion de M. Schwendener (1) sur

(1) *Loc. cit.*

ce tissu; la partie interne de ce collenchyme jaunit par le sulfate d'aniline; il y a donc eu une ébauche de lignification sur ce point; on a déjà rencontré des faits analogues dans les Ombellifères.

L'*Ajuga reptans* n'a pas de rhizome, mais des portions de tige accidentellement enterrées montrent des modifications analogues à celles qu'on trouve dans les Labiées à rhizome. On constate, dans cette plante, l'augmentation du parenchyme cortical et la disparition du collenchyme; en même temps la cellulose s'imprègne de subérine, car les parois de ces cellules rougissent par la fuchsine.

La transformation de la tige aérienne carrée du *Thymus Serpyllum* en tige souterraine ronde est complète; le collenchyme de la tige aérienne de cette plante ne se montre pas seulement aux angles, il s'étend tout autour de la tige, dans les assises sous-épidermiques. Le parenchyme cortical a été exfolié dans la tige souterraine, par le jeu d'une couche subéreuse à peu près régulière.

Chez le *Teucrium Chamædrys*, la tige aérienne elle-même tend à s'arrondir, et le tissu collenchymateux se réduit alors régulièrement à une assise de cellules sous-épidermiques; ce collenchyme devient seulement un peu plus important aux endroits qui correspondent aux angles, il peut y avoir trois ou quatre cellules à parois épaissies. La tige souterraine de *Teucrium* offre un accroissement sensible de l'écorce, et le collenchyme sous-épidermique disparaît presque complètement.

3° *Endoderme*. — L'endoderme des tiges aériennes de *Teucrium Chamædrys* est légèrement subérifié, cette subérification ne se présente pas dans la partie souterraine. Les plissements de cette assise sont bien visibles dans la tige aérienne du *Melittis Melissophyllum*. Les cellules de l'endoderme sont, souvent petites, par exemple chez le *Marrubium vulgare*, elles ne prennent pas l'accroissement considérable des cellules du parenchyme cortical. Dans le rhizome de *Scutellaria galericulata*, les cellules de l'endoderme se distinguent immédiate-

ment de celles du parenchyme cortical; ces dernières sont grosses, ovalaires, allongées radialement, tandis que celles de l'endoderme sont aplaties et tabulaires.

4° *Faisceaux libéro-ligneux.* — C'est surtout dans la distribution des faisceaux libéro-ligneux que se montrent les plus grandes variations. Le *Stachys palustris* offre, dans la partie souterraine, en dedans d'un endoderme très net, deux sortes de faisceaux libéro-ligneux; le développement de ces deux sortes de faisceaux est faible, seulement les uns correspondent aux parties anguleuses de la tige, et sont un peu plus avancés que les autres; mais ce qu'il y a surtout à noter, c'est que les faisceaux restent isolés en même temps que dégradés, le tissu de ces rhizomes épais et blancs est donc presque exclusivement parenchymateux.

Dans le rhizome de *Scutellaria galericulata*, le corps central, qui est rejeté tout à fait au centre de la tige, présente quatre angles dans lesquels on trouve quatre faisceaux très réduits et qui ne se rejoignent pas.

Dans les deux cas précédents, il n'existe pas de fibres libériennes; on ne les trouve pas non plus dans la tige souterraine de l'*Origanum vulgare*. Ces fibres commencent à apparaître en très petit nombre dans la partie enterrée du *Marrubium vulgare*. Dans la tige aérienne du *Melittis Melissophyllum*, elles forment quatre arcs très puissants; ces arcs sont saillants, renforcés par d'autres plus petits qui se produisent sur les pans de la tige. La partie souterraine de cette même plante offre une réduction très sensible de ces cellules de soutien; il existe, par exemple, 52 fibres dans un de ces arcs de la tige souterraine tandis que, dans la tige aérienne, on en trouve 156.

Le *Marrubium vulgare* présente un anneau ligneux net et puissant dans la partie de la tige qui est restée sous le sol, seulement on distingue encore très bien les faisceaux primaires. Dans le *Salvia verticillata*, la moelle diminue également beaucoup, la tige souterraine s'étant arrondie, les arcs ligneux qui relient les faisceaux entre eux diminuent d'éten-

due; en outre, les faisceaux des coins du corps central se décomposent en faisceaux ligneux plus petits, séparés par des rayons médullaires; par conséquent la tendance à l'uniformité se manifeste de plus en plus. Cette uniformité est complète dans l'*Origanum vulgare*, le tissu du bois de cette plante est extrêmement développé, il forme un anneau parfait d'une épaisseur considérable. La tige aérienne de l'Origan présente, au contraire, quatre groupes de faisceaux qui proéminent nettement dans la moelle. Dans la tige souterraine du *Thymus Serpyllum*, la réduction de la moelle, relativement à l'anneau ligneux, est considérable, le rayon de la moelle étant 8, celui de l'anneau ligneux est de 55; dans la tige aérienne, on constate pour ce dernier un développement bien plus faible : 20 pour l'épaisseur de la moelle et 5 pour l'anneau ligneux. Dans le premier cas, l'anneau est entièrement lignifié, et l'on distingue une série de cercles où les fibres sont plus abondantes, absolument comme dans les plantes arborescentes.

5° *Rapport de la moelle à l'écorce.* — Le rapport de la moelle à l'écorce varie toujours dans le même sens que dans les observations précédentes. On trouve ainsi :

NOMS DES ESPÈCES.	TISSUS.	TIGE AÉRIENNE.	TIGE SOUTERRAINE.
Melittis Melissophyllum...	Écorce...........	17	41
	Moelle...........	220	154
	Rapport de la moelle à l'écorce.......	12,9	3,7
Ajuga reptans...........	Écorce...........	36	54
	Moelle...........	96	95
	Rapport de la moelle à l'écorce.......	2,6	1,7

NOMS DES ESPÈCES.	TISSUS.	TIGE AÉRIENNE.	TIGE SOUTERRAINE.
Galeobdolon luteum......	Écorce...........	20	25
	Moelle...........	280	130
	Rapport de la moelle à l'écorce.......	14	5
Marrubium vulgare......	Écorce..........	10	10
	Moelle............	90	75
	Rapport de la moelle à l'écorce.......	9	3

Ce tableau montre bien qu'on trouve, dans cette famille, les changements qui ont déjà été si souvent signalés dans le développement relatif de la moelle et de l'écorce. L'augmentation de l'écorce dans la partie souterraine est en rapport avec l'accroissement du volume des cellules de cette partie de la tige, et la diminution de la moelle coïncide avec une réduction du diamètre des cellules médullaires; on trouve en effet :

NOMS DES ESPÈCES.	DIAMÈTRE MOYEN D'UNE CELLULE.	TIGE AÉRIENNE.	TIGE SOUTERRAINE.
Melittis Melissophyllum...	De l'écorce.......	1,2	1,5
	De la moelle......	3,1	2,8
Marrubium vulgare.......	De l'écorce.......	1,3	2,3
	De la moelle......	3	2

Le diamètre moyen d'une cellule quelconque diminue quand on passe de la tige aérienne à la tige souterraine, pour

les cellules de la moelle, et augmente pour les cellules de l'écorce.

III. Avant de résumer les différences trouvées dans cette famille, je crois intéressant de rappeler une étude faite sur le *Glechoma hederacea*.

Ayant trouvé une tige enterrée qui se propageait horizontalement et émettait une branche aérienne, j'ai comparé la structure de ces deux branches au-dessus et au-dessous du sol, les légères différences qu'on trouve entre ces deux parties, montrent bien les premières modifications dues immédiatement au séjour sous le sol.

La tige aérienne est carrée. L'épiderme cuticularisé présente une série de poils reposant sur deux cellules de l'épiderme. Le tissu collenchymateux est très développé aux angles de la tige, et s'étend un peu plus loin que ces angles. L'endoderme ne présente pas de ponctuations. Les fibres libériennes sont absentes, mais le liber mou est bien développé aux angles; ce qu'il y a de particulier, dans cette plante, c'est que le liber n'existe qu'aux quatre coins; on constate, en effet, que l'anneau ligneux est immédiatement en contact avec l'endoderme sur les pans du cylindre central.

Dans la partie souterraine, la tige est irrégulière et a la forme d'un trapèze; les angles de la partie enfoncée le plus profondément dans le sol tendent à disparaître, tandis que les plus voisins de la surface sont encore nets. L'épiderme de cette région supérieure de la tige souterraine est formé de cellules beaucoup plus petites que celles de la région inférieure ou profondément enterrée. A ces changements dans l'épiderme, il en correspond d'autres dans l'écorce; l'épaisseur de l'écorce est 9 dans la première partie, tandis que dans la partie inférieure elle arrive à 17; le nombre des cellules est à peu près le même dans les deux cas, par conséquent les cellules ont beaucoup augmenté de volume dans la région inférieure. Le tissu collenchymateux existe encore, quoique très réduit, aux quatre coins de la tige enterrée; les cellules sont petites,

à parois très épaissies dans la tige aérienne ; elles deviennent beaucoup plus larges et à parois moins épaisses dans la partie souterraine. Le corps central est entouré par un endoderme régulier, mais sans ponctuations ; la section de cette région a la forme d'un trapèze comme la tige elle-même ; la partie élargie correspond à la partie profondément enterrée dans laquelle les tissus ont subi le plus grand accroissement.

L'étude de cette partie souterraine m'a donc paru présenter un certain intérêt, car elle montre l'influence du milieu plus grande dans les parties de la tige plus profondément enterrées que dans celles qui avoisinent la surface du sol. Cette action du milieu se révèle dans l'arrondissement de la tige, le développement de l'écorce et la diminution du collenchyme ; tous ces caractères de la partie souterraine sont plus accentués dans la région plus enfoncée dans le sol.

En résumé, on constate surtout dans les Labiées : 1° *l'arrondissement de la tige ; 2° la disparition et la réduction du collenchyme ; 3° la diminution du nombre des fibres libériennes ; 4° la tendance à l'homogénéité dans l'anneau ligneux des parties souterraines.*

Je n'insiste pas sur l'accroissement de l'écorce et la réduction de la moelle.

VERBÉNACÉES.

Verbena officinalis. — Au-dessous de l'épiderme cuticularisé de la tige aérienne de cette plante, on trouve une assise collenchymateuse ; ce tissu existe, en outre, comme chez les Labiées, là où la tige présente des saillies. Le parenchyme cortical est assez développé, il offre huit à neuf assises de cellules ; les plissements de l'endoderme, qui termine l'écorce, se distinguent bien aux points en dedans desquels les fibres libériennes sont peu développées ; mais, là où ces fibres sont réunies, l'endoderme est écrasé, et ses ponctuations tendent à disparaître. Les fibres libériennes, en effet, forment des

groupes importants en face des faisceaux ligneux primaires; les groupes intermédiaires sont bien moins considérables, et constitués au plus d'une vingtaine, souvent de trois ou deux fibres. Le tissu ligneux forme un anneau complet autour de la moelle, dans lequel on reconnaît la situation des faisceaux primaires à ce qu'ils proéminent dans la moelle; il existe autour des trachées un tissu parenchymateux composé de cellules allongées longitudinalement.

Le parenchyme cortical de la partie souterraine est en partie exfolié; malgré cela, il est encore plus puissant que dans la partie aérienne : il présente, en effet, treize ou quatorze assises de cellules. L'endoderme est représenté par une assise régulière et légèrement subérifiée. La différence la plus importante réside dans l'absence complète de fibres libériennes. Le liber mou présente deux régions : la partie externe formée de grandes cellules, correspond à la position des fibres libériennes de la partie aérienne; la partie interne est constituée par ce liber particulier aux tiges souterraines, composé de cellules empilées les unes derrière les autres en file radiale. Le bois est très développé car l'anneau ligneux est complet, cependant la lignification se produit irrégulièrement dans la région périphérique.

On constate donc, dans la tige souterraine, l'augmentation de l'écorce et surtout la *disparition complète des fibres libériennes*.

PLANTAGINÉES.

L'épiderme de la tige aérienne du *Plantago lanceolata* est cuticularisé; le parenchyme cortical peu développé se termine par une assise endodermique régulière, mais sans ponctuations. Il existe dans cette tige anguleuse un anneau de soutien très important. Cet anneau suit les ondulations de la tige; à l'endroit des saillies, il existe des fibres très petites, très nombreuses, à cavité faible; la cavité des cellules de l'anneau est un peu plus grande entre les faisceaux; on voit en cet en-

droit que ce sont bien, en effet, les cellules du tissu fondamental qui se sont lignifiées. Mais le fait le plus étrange que l'on observe, est la disparition du liber mou d'un certain nombre de faisceaux; les fibres de l'anneau précédent s'étendent jusqu'aux faisceaux du bois. En revanche, il existe, à la pointe interne de chaque faisceau ligneux, un îlot important formé de cellules non lignifiées entourant les trachées. Ce tissu est bordé intérieurement par les cellules de la moelle qui sont lignifiées. Le développement du tissu médullaire est toujours considérable relativement à l'écorce.

Dans la partie souterraine de la tige, on observe, à la périphérie d'une écorce énorme, une couche subéreuse importante. Le liber mou est bien visible à l'extérieur des faisceaux ligneux et de l'assise génératrice. L'anneau de soutien a complètement disparu, et il n'existe pas même une seule fibre libérienne. Les faisceaux libéro-ligneux, séparés par d'énormes rayons médullaires, présentent des masses bien lignifiées dans la région externe, tandis que la lignification s'est opérée avec beaucoup d'irrégularité à la périphérie de la moelle. La réduction relative de la moelle est très sensible; il se forme à la périphérie de ce tissu et en face chaque faisceau du bois un groupe très important de fibres fortement lignifiées, à parois très épaisses. On a déjà vu la production de pareilles fibres dans les Renonculacées et les Primulacées.

En résumé, le fait le plus saillant est *la disparition complète, dans la tige souterraine, du puissant anneau de soutien de la tige aérienne.*

SCROFULARIACÉES.

I. *Digitalis purpurea.* — La tige aérienne de la Digitale présente un anneau de fibres rappelant beaucoup celui du *Lychnis dioica.* Cet anneau existe, en effet, tout autour du cylindre central. Il est d'ailleurs absolument uniforme car toutes les fibres qui le composent ont la même épaisseur. L'endo-

derme forme à la périphérie de cet anneau une assise de grandes cellules dont les parois sont légèrement subérifiées; vers l'intérieur, la couche de fibres est bordée par le liber mou; ce tissu est très peu développé, il est constitué par un grand nombre de petits îlots séparés les uns des autres par des ponts d'une épaisseur de une ou deux cellules fibreuses qui vont de l'anneau fibreux à l'anneau ligneux. Ces îlots libériens sont extrêmement réduits; ils présentent, en effet, à peine une épaisseur de trois couches de cellules et une largeur de cinq ou six cellules. L'individualité des faisceaux ligneux est peu distincte car les faisceaux sont constitués par des files radiales de vaisseaux disposés très régulièrement les uns à côté des autres, séparés seulement par une épaisseur de deux cellules de parenchyme ligneux. Malgré cela, comme la moelle, en se lignifiant dans sa zone externe, laisse autour des trachées un tissu parenchymateux non lignifié, on peut arriver à retrouver ce qui appartient à un faisceau dans l'anneau du bois. Le tissu médullaire très développé est lignifié et ponctué seulement à sa périphérie.

Dans la base souterraine de la tige de cette plante, on constate que le parenchyme cortical est rapidement exfolié; il existe à la périphérie de la tige une couche subéreuse puissante. Dans la tige aérienne, malgré le développement assez grand des faisceaux ligneux, il n'y a pas de couches génératrices entre le bois et le liber; la couche génératrice est, au contraire, très importante dans la partie souterraine, et c'est surtout le bois qui prend un grand développement; l'accroissement du liber est faible, mais ce tissu est exclusivement mou, il n'existe pas de fibres libériennes : l'anneau fibreux de la partie aérienne a tout à fait disparu.

En résumé, on constate, outre la production rapide d'une couche subéreuse, la disparition complète de l'anneau fibreux dans la partie souterraine.

II. J'ai examiné deux Scrofulaires, le *Scrofularia nodosa* et le *Scrofularia aquatica*, dont les deux structures sont

assez voisines; ces deux études se sont complétées réciproquement.

La tige de *Scrofularia nodosa* se renfle à sa partie inférieure en un tubercule (pl. VII, fig. 79); de ce tubercule partent d'autres pousses d'âges différents; en effet, quelques-unes sont encore à l'état de petits mamelons coniques qui doivent se prolonger un peu plus tard en tiges aériennes.

Si l'on examine d'abord la structure d'un de ces renflements, on voit que l'écorce est limitée extérieurement par plusieurs assises de cellules très régulières, subérifiées et en voie de dissociation. Les cellules de l'écorce sont à peu près de la taille des cellules de la moelle; mais, tandis que ces dernières présentent leur plus grand allongement dans le sens du rayon, celles de l'écorce sont plus allongées tangentiellement. Entre ces deux régions, sans limites bien nettes et bien précises, se trouve une couche de cellules plus petites qui entourent la moelle. En certains endroits, éloignés les uns des autres, on rencontre des faisceaux ligneux peu développés tangentiellement, mais faisant des saillies très avancées dans la moelle. Les vaisseaux qui constituent ces faisceaux, se raccordent obliquement les uns avec les autres; ils se groupent entre eux de façon que leur ensemble forme un réseau à la périphérie de la moelle. Ces faisceaux sont séparés entre eux par d'énormes rayons médullaires qui constituent en somme la partie la plus importante du tissu formant l'anneau passant par les deux extrémités des faisceaux du bois; les rayons médullaires sont formés de cellules allongées radialement. Les faisceaux ligneux ont la forme d'un triangle dont la base serait très faible et dont l'extrémité effilée se serait brisée en un grand nombre de petites pièces constituées par les vaisseaux très avancés dans la moelle. Quant au liber, il est peu abondant et peu net; il existe cependant en dehors des faisceaux ligneux, et j'ai constaté le présence de quelques tubes criblés.

La tige aérienne jeune est carrée; elle offre une écorce formée de cellules extrêmement petites relativement à celles de

la moelle. On distingue l'endoderme par sa situation et sa régularité sans que les ponctuations de cette assise soient visibles. La couche génératrice existe bien nettement entre le bois et le liber, ainsi qu'à travers les rayons médullaires primaires; il s'est formé, en effet, aux coins du corps central, dont la section est maintenant carrée, quatre centres de lignification desquels la lignification rayonne. On trouve encore des modifications dans le rapport des dimensions de la moelle et de l'écorce :

TISSUS.	TIGE AÉRIENNE.	TIGE SOUTERRAINE.
Écorce....................	17	55
Moelle..	200	500
Rapport de la moelle à l'écorce.	11	9

Cette plante présente un exemple d'une tige dans laquelle les angles apparaissent avant leur sortie du sol. La tendance des tiges aériennes à devenir anguleuses tient évidemment à l'hérédité, ce n'est pas le milieu aérien qui seul produit cet effet, sans quoi toutes les tiges aériennes seraient anguleuses; mais on a vu expérimentalement, dans le *Teucrium Scorodonia*, par exemple, que le séjour dans le sol tend à diminuer les angles. Lorsque le séjour est prolongé, l'effet est complet; mais après un temps très court, les angles se sont seulement un peu arrondis. Il n'est donc pas étonnant de trouver des tiges souterraines nettement anguleuses; ce qu'il importe de noter, c'est la tendance à la disparition des saillies plutôt que leur suppression complète.

Dans une tige souterraine de *Scrofularia aquatica*, l'arrondissement de la tige est très net; on distingue cependant encore la situation des angles : c'est d'ailleurs aux coins de la tige qu'existent les faisceaux libéro-ligneux. La tige présente un développement considérable de l'écorce. Cette région est terminée par une couche subéreuse assez puissante; les cellules

corticales, formant quinze ou seize assises, sont un peu plus petites que celles de la moelle. Les ponctuations endodermiques sont très nettes ; ces plissements n'étaient pas visibles dans l'espèce très voisine qu'on vient d'étudier ; il ne faut donc pas se hâter pour nier l'existence d'une membrane si générale mais si transitoire. L'endoderme présente un fait singulier dans la plante dont il s'agit en ce moment : cette assise commence à se diviser. Les faisceaux libéro-ligneux sont peu développés, et les trachées déroulables sont très visibles dans cette plante.

Une tige aérienne, à la fin de la végétation, possède une tige quadrangulaire dans laquelle l'écorce est très réduite ; elle ne présente, en effet, que trois ou quatre assises de cellules, sans couche subéreuse. L'endoderme, non divisé, est représenté par une assise de grandes cellules très régulières. Les fibres libériennes forment un cercle d'une épaisseur d'une cellule, interrompu çà et là. Le liber mou est extrêmement réduit : il forme un simple cordon autour de l'anneau ligneux très puissant. On distingue encore la position des trachées, mais le tissu s'est lignifié tout autour, et ces vaisseaux semblent avoir été écrasés.

En somme, on voit par l'exemple précédent que, dans la partie souterraine très jeune, il naît à la périphérie de l'écorce une assise subéreuse qui n'existe pas dans une tige aérienne, même lorsque cette dernière est tout à fait à la fin de la végétation et au moment où elle va mourir. L'écorce est énorme dans la partie souterraine, tandis que la réduction est aussi faible que possible dans la partie aérienne. En outre, tandis que l'endoderme commence à se diviser dans la première région, la tige aérienne ne présente rien d'analogue. Enfin, le développement des fibres libériennes de la partie aérienne jeune ne se rencontre pas dans la partie enterrée.

III. Le *Veronica Beccabunga* vit dans les endroits marécageux. Je n'ai point voulu m'occuper, dans ce mémoire, des plantes aquatiques parce que le séjour des plantes dans l'eau

modifie profondément leur structure; le problème que je cherche à résoudre deviendrait trop compliqué. J'ai donc laissé absolument de côté un certain nombre de plantes vivant dans l'eau et possédant de puissants rhizomes, comme les Nymphéacées, les *Menyanthes*, etc. Je parle du *Veronica Beccabunga*, parce que j'ai étudié expérimentalement cette plante en la faisant pousser dans un endroit sec.

J'ai examiné d'abord deux parties souterraines qui m'ont fait comprendre la nécessité, avec une pareille plante, d'opérer expérimentalement.

Une partie souterraine âgée présente un cylindre central extrêmement réduit relativement à l'écorce qui est peu lacuneuse. Ce cylindre central est entouré par un endoderme offrant des ponctuations nettes : cette membrane s'est dédoublée en deux assises de cellules, les ponctuations restant sur l'assise la plus interne. Les assises externes de la tige sont nettement subérifiées.

Dans une partie souterraine jeune, le cylindre central s'est beaucoup développé grâce au grand accroissement de la moelle; l'écorce, peu lacuneuse précédemment, présente de très grandes lacunes. Cette modification de l'écorce tient à la nature très marécageuse du sol qui modifie la structure du parenchyme cortical, et tend à augmenter le nombre et la capacité des espaces lacunaires.

Il est donc nécessaire de faire une expérience, si l'on veut obtenir, avec cette plante, des résultats dus à l'influence du séjour sous le sol.

J'ai enterré l'extrémité d'une tige aérienne de cette Véronique dans un sol sec en laissant une autre se développer à l'air. J'ai obtenu les résultats suivants.

Dès le troisième entre-nœud, on trouve des différences dans le développement des diverses parties; ainsi on trouve :

ENTRE-NŒUDS.	TISSUS.	TIGE AÉRIENNE.	TIGE SOUTERRAINE.
Troisième entre-nœud.....	Écorce...........	45	75
	Moelle...........	99	98
	Rapport de la moelle à l'écorce.......	2,2	1,3
Quatrième entre-nœud.....	Écorce...........	55	70
	Moelle...........	108	100
	Rapport de la moelle à l'écorce.......	1,9	1,4

Les plissements de l'endoderme sont très visibles dans la partie souterraine, et ne se discernent plus dans la partie aérienne dès le troisième entre-nœud. Le liber, dans lequel les fibres libériennes manquent dans les deux cas, forme un anneau complet autour du bois. Ce dernier tissu forme également un anneau autour de la moelle dans lequel les vaisseaux ligneux sont disposés en files radiales de deux ou trois, chacune de ces rangées étant séparée des voisines par du parenchyme non lignifié.

En somme, on voit que le parenchyme cortical a pris, dans cette plante, un développement appréciable. Un résultat contraire aurait cependant été explicable ; en effet, il existe dans le parenchyme cortical de cette plante des lacunes qui doivent tendre à être écrasées par la résistance du sol. Il était donc important de faire une expérience pour comparer ces tissus dans les tiges aérienne et enterrée, chez une plante amphibie comme celle-ci. Le résultat a d'ailleurs été très net. Ce qui précède fait donc comprendre pourquoi j'ai dû laisser de côté les rhizomes des plantes aquatiques, car ces parties souterraines vivent, le plus souvent, dans un sol bourbeux, et le milieu est autant aquatique que souterrain.

Les *Veronica scutellata* et *V. Anagallis* étant également des plantes de marécages, comme je n'ai point fait d'expériences sur elles, je les laisse de côté. La tige souterraine du *Veronica officinalis* présente les caractères trouvés dans le *V. Beccabunga*, avec cette différence que le parenchyme cortical n'est point lacuneux; le cylindre central est peu développé, il offre un anneau de liber entourant un anneau ligneux beaucoup plus important dans lequel la lignification se fait irrégulièrement. En somme, le faible développement du cylindre central et la lignification irrégulière dans l'anneau ligneux sont des caractères qui rapprochent la partie souterraine de cette plante des autres rhizomes qui ont été étudiés jusqu'ici.

En résumé, l'étude des Scrofulariacées, montre dans la partie souterraine : 1° *la formation hâtive d'une couche subéreuse*; 2° *l'accroissement du parenchyme cortical*; 3° *la réduction du nombre des fibres libériennes et la disparition complète d'un anneau de soutien*; 4° *la lignification irrégulière du bois*; 5° *la diminution du rapport de la moelle à l'écorce.*

En outre, l'examen d'une plante amphibie permet d'apprécier la complication du problème, dans ce cas, et l'on comprend pourquoi je ne me suis point occupé ici des rhizomes.

SOLANÉES.

Atropa Belladona. — Au-dessous de l'épiderme de la tige aérienne, il existe deux ou trois assises de cellules à parois minces; plus à l'intérieur, on remarque un tissu collenchymateux ressemblant beaucoup à celui du *Solanum tuberosum*, mais bien moins développé, avec des épaississements moins grands aux angles. En dedans de ce collenchyme, il existe un parenchyme à parois non épaissies se terminant par un endoderme assez régulier, mais ne présentant pas de ponctuations. Après cette assise, on voit des fibres libériennes qui y sont immédiatement adossées; elles forment une assise irrégulière et interrompue. L'anneau ligneux existe en dedans du liber

mou qui forme une couche assez mince autour de lui. Le liber interne se montre à l'intérieur de l'anneau précédent; il est constitué, comme on l'a déjà vu, dans le *Solanum tuberosum* par des groupes de très petites cellules; on observe également des fibres libériennes internes à la périphérie de la moelle, mais moins nombreuses que celles du liber externe.

Une couche subéreuse puissante se forme à la périphérie de la tige souterraine; le parenchyme cortical ne présente pas de limite nette entre le cylindre central et l'écorce. Le liber est exclusivement mou; les faisceaux ligneux sont très développés et séparés par de larges rayons médullaires non lignifiés. Dans les faisceaux du bois, la lignification est aussi irrégulière que possible et n'atteint que les vaisseaux.

On constate donc, dans cette plante : 1° que les fibres libériennes disparaissent dans la partie souterraine; 2° qu'au lieu de l'anneau ligneux aérien, il se forme des faisceaux séparés par de grands rayons médullaires non lignifiés dans la région de la tige développée dans le sol; 3° que dans ces faisceaux la lignification n'atteint que les vaisseaux qui ne forment que la minorité du tissu.

Le rhizome de *Physalis Alkekengi*, que j'ai eu l'occasion d'étudier, possède une structure presque identique à celle de la tige souterraine du *Solanum*. A la périphérie d'une écorce très développée, il naît une couche subéreuse très régulière dans l'épiderme; cette couche est formée de trois assises de cellules. Le parenchyme cortical présente à la périphérie un tissu formé de cellules à parois non épaissies; le collenchyme, qu'on trouve à cet endroit dans les tiges aériennes des Solanées, n'existe pas dans la tige souterraine de la plante dont il est question, seulement il se forme des méats intercellulaires à la place des épaississements cellulosiques. L'endoderme, qui termine l'écorce, est aussi net que possible, et les ponctuations y sont très visibles. En dedans de l'endoderme, il existe ici une assise de fibres libériennes à cavité très grande et à épaisseur faible. L'anneau ligneux est complet, mais très peu épais; il y a donc là une différence avec la tige

enterrée du *Solanum tuberosum*. A l'intérieur de l'anneau ligneux, on rencontre un liber interne très caractérisé par les tubes criblés, bordé du côté de la moelle par des fibres libériennes.

Les parties souterraines de ces plantes sont surtout caractérisées par la *formation précoce de la couche subéreuse, le grand développement de l'écorce, la faible lignification.*

BORRAGINÉES.

Anchusa italica. — La tige aérienne (pl. VII, fig. 80) présente dans l'écorce un tissu collenchymateux se terminant par un endoderme (*end*) formé de grandes cellules se différenciant nettement du liber à parois épaissies. Ce dernier tissu est seulement cellulosique et ne possède pas de fibres. Le tissu ligneux forme un anneau complet autour de la moelle, et les trachées du bord interne de cet anneau sont isolées dans un parenchyme mou.

La partie souterraine de la tige se termine par une couche subéreuse très puissante qui a exfolié une partie de l'écorce primaire; on ne distingue plus la limite du parenchyme cortical en face des rayons médullaires; on voit un peu plus nettement l'endroit où doit s'arrêter le tissu libérien. Dans la région interne, ce dernier tissu, exclusivement mou, est formé de cellules disposées en files radiales. Les faisceaux ligneux sont énormes et séparés par de très puissants rayons médullaires (fig. 81, *rm*) non lignifiés. Les faisceaux du bois présentent eux-mêmes une très grande irrégularité dans la lignification; les parties lignifiées sont disposées en T dont la barre horizontale est à l'extérieur, tandis que la tige verticale est dirigée dans le sens du rayon; on constate que le parenchyme qui entoure les vaisseaux dans cette région interne n'est pas lignifié. La moelle est très réduite; son épaisseur n'est que de 100 divisions micrométriques, tandis qu'elle est de 280 dans la partie aérienne.

La structure du *Cynoglossum officinale* est presque identi-

que, seulement la moelle de la tige aérienne est ici fortement lignifiée et ponctuée; les vaisseaux annelés et spiralés sont entourés par un parenchyme non lignifié assez important.

La partie souterraine du *Lithospermum officinale* est absolument semblable à celle de l'*Anchusa*. C'est-à-dire qu'il y existe d'énormes faisceaux ligneux séparés par de grands rayons médullaires non lignifiés; les faisceaux sont formés également de petits groupes de vaisseaux isolés au milieu du parenchyme non lignifié. Le tissu médullaire est, d'ailleurs, très réduit; quant au liber, il est formé de cellules empilées les unes derrière les autres en files radiales. Dans la partie aérienne, on voit de même un endoderme formé de grandes cellules sans ponctuations terminant une écorce peu développée; le liber, peu important, est exclusivement mou; le bois forme un anneau complet entièrement lignifié.

J'ai retrouvé quelques-uns de ces caractères dans la tige aérienne du *Pulmonaria angustifolia*, l'endoderme, par exemple, est encore formé de grandes cellules existant à la périphérie du corps central, et le liber est exclusivement mou. On observe cependant quelques différences: l'écorce offre du tissu collenchymateux aux angles, les faisceaux primaires sont isolés et au nombre d'une dizaine de tailles différentes. Dans le rhizome de cette plante, le parenchyme cortical est considérablement développé tandis que la moelle est très réduite; l'accroissement du parenchyme cortical tient à une grande multiplication des cellules formant ce tissu. On voit bien la ligne de démarcation du cylindre central et de l'écorce à cause de la différence de taille des cellules du parenchyme cortical et de celles du liber. Ce dernier tissu est exclusivement mou, sans fibres; il est de plus formé d'un empilement de cellules dans le sens radial, comme cela arrive si fréquemment dans les rhizomes. La couche génératrice libéro-ligneuse a donc fonctionné avec une grande activité; aussi il est assez inexplicable que M. Vaupell (1) ait regardé cette plante comme ne présentant pas de formations secondaires dans le rhizome. Les

(1) *Loc. cit.*

faisceaux ligneux sont considérables, et ils sont groupés en deux arcs importants; ces faisceaux sont formés simplement de vaisseaux disséminés très irrégulièrement au milieu de parenchyme non lignifié.

Les Borraginées précédentes offrent donc, en somme, dans les parties souterraines : 1° *un accroissement important de l'écorce qui se termine par une couche subéreuse;* 2° *une grande réduction de la moelle;* 3° *une lignification très irrégulière dans les faisceaux ligneux souvent séparés par des rayons médullaires non lignifiés, tandis qu'il existe un anneau ligneux complet dans la tige aérienne.*

CONVOLVULACÉES.

Calystegia sepium. — Il y a longtemps que Germain de Saint-Pierre a signalé les caractères du *Calystegia sepium* (1). Lorsque les tiges pendantes, filiformes de cette plante, touchent le sol humide, elles s'y introduisent par leur sommet et continuent à s'y allonger; on constate même qu'en approchant du sol elles commencent à s'épaissir; sous le sol, elles prennent la forme de tubercules cylindriques rameux et blancs. A l'automne, la partie aérienne se détruit et les tubercules continuent à végéter sous terre.

Il était intéressant de comparer les changements de structure de cette plante à ceux de la Ronce, lorqu'elles s'enracinent toutes les deux. On a déjà vu quelles modifications profondes se produisaient dans la tige du *Rubus* lorsqu'elle pénètre naturellement dans le sol. Je vais maintenant comparer la tige aérienne à la tige souterraine du *Calystegia.*

Au premier entre-nœud de la tige aérienne, on constate que le parenchyme cortical est peu développé et formé de très petites cellules. Les vaisseaux du bois ont un volume important, ainsi que la moelle. Au cinquième entre-nœud, la chlorophylle est encore localisée sous l'épiderme; cette der-

(1) *Bull. de la Soc. bot. de France*, t. II, p. 147.

nière assise porte des poils peu développés. Le parenchyme cortical présente de grandes cellules à l'intérieur, tandis que celles de la périphérie sont un peu plus petites (pl. VIII, fig. 82); l'endoderme est constitué par une assise régulière de cellules sans ponctuations (fig. 82, *end*). Le liber, peu important (*le*), est exclusivement mou; le bois forme un anneau complet (*b*). A la périphérie de la moelle, on constate l'existence d'un tissu formé de très petites cellules, qui est un liber interne (*li*). Ce liber est surtout développé en face des faisceaux primaires.

Dès le premier entre-nœud de la partie souterraine, le parenchyme cortical prend un développement considérable: ce tissu présente, en effet, quatre ou cinq assises de cellules, on observe, au même entre-nœud souterrain, une quinzaine d'assises irrégulières. L'amidon est encore localisé dans l'endoderme qui n'offre pas de ponctuations. Les faisceaux du bois, qui précédemment forment un cercle continu, n'existent plus ici qu'au nombre d'une vingtaine pour toute la tige; ainsi, dans un faisceau, il n'y a qu'un seul vaisseau; dans un autre, on en compte neuf, et c'est le maximum: il y a donc un retard considérable dans la lignification. Il est à remarquer que les vaisseaux du bois naissent au milieu du méristème qui existe tout autour de la moelle; ils ne naissent pas près de la moelle; le liber interne et le liber externe ont donc le même tissu pour origine. Au cinquième entre-nœud de la partie souterraine, l'épiderme est nettement subérifié et formé de cellules allongées dans le sens radial. On distingue deux régions dans le parenchyme cortical (fig. 83) : une région externe formée de très petites cellules, une région interne formée d'éléments beaucoup plus grands. Toutes ces cellules, ainsi que celles de la moelle, contiennent une très grande quantité d'amidon, les cellules du cercle libéro-ligneux n'en contiennent pas, et forment un anneau clair à la périphérie de la moelle. L'endoderme, qui entoure le cylindre central, est très régulier, mais ne présente pas de ponctuations (fig. 83, *end*). La figure 83 montre bien nettement à quel état de dégradation sont restés

les faisceaux ligneux. Dans des parties beaucoup plus âgées de la partie souterraine, la même structure se maintient.

On constate donc plusieurs faits :

1° *Le parenchyme cortical prend un accroissement très important* dans la partie souterraine ; 2° *il existe un anneau ligneux dans la partie aérienne*, tandis que *les faisceaux libéro-ligneux restent isolés dans la partie enterrée*, et la lignification est aussi peu avancée que possible dans chaque faisceau ; 3° *il se forme une masse considérable d'amidon dans la partie développée sous le sol.*

II. La structure de la tige aérienne du *Convolvulus arvensis* offre quelques différences avec celle décrite précédemment : il existe d'abord des fibres libériennes immédiatement en dedans de l'endoderme, elles sont peu épaissies, l'anneau qu'elles forment est interrompu, et une seule assise de cellules contribue à les former; par tous ces caractères, cette plante est voisine des Solanées. Le liber interne rapproche aussi cette plante de cette dernière famille, mais il n'existe pas de fibres dans cette région ; ce liber forme des groupes bien développés en dedans et en face chaque faisceau ligneux primaire.

Dans le rhizome, l'épiderme est subérifié, les fibres libériennes ont presque complètement disparu ; la couche génératrice a développé beaucoup le liber mou. La grande différence avec le *Calystegia* tient à la constitution de l'anneau ligneux ; dans la plante dont il s'agit, l'anneau ligneux est presque complet et la lignification est assez régulière. On trouve d'ailleurs, pour le développement de la moelle et de l'écorce, les nombres suivants :

TISSUS.	TIGE AÉRIENNE.	TIGE SOUTERRAINE.
Écorce....................	18	35
Moelle....................	45	57
Rapport de la moelle à l'écorce.	2,5	1,6

En résumé, on observe, dans cette plante, *l'accroissement de l'écorce, la disparition des fibres, la réduction du rapport de la moelle à l'écorce et l'apparition d'amidon* en grande abondance dans la tige souterraine.

GENTIANÉES.

Gentiana bavarica. — Je n'ai eu l'occasion d'étudier qu'une plante de cette famille, le *Gentiana bavarica,* que j'ai récolté dans le Tyrol.

L'épiderme de la tige aérienne est très cuticularisé; le parenchyme cortical est un tissu très développé qui se termine par une assise régulière sur les faces latérales desquelles je n'ai pas vu de ponctuations. La première assise du cylindre central est très distincte, les cellules qui la forment sont beaucoup plus petites que celles de l'endoderme, mais nettement séparées des cellules encore plus petites du liber. Ce qui frappe surtout dans cette tige, c'est la régularité avec laquelle sont disposés en cercle l'endoderme, le liber et le bois. Le tissu libérien est exclusivement mou; l'anneau ligneux est bien plus important que l'anneau précédent. La moelle est peu développée et présente 25 divisions micrométriques d'épaisseur.

Dans la partie souterraine, une couche subéreuse importante a exfolié une grande partie de l'écorce. L'anneau libérien entoure l'anneau ligneux; ce dernier est complet comme dans la partie aérienne, mais les vaisseaux sont orientés bien plus irrégulièrement. C'est surtout par l'épaisseur très faible de la moelle que cette tige se rapproche des tiges souterraines ordinaires; en effet, la moelle n'a plus que 15 divisions micrométriques au lieu de 25 de la partie aérienne.

On trouve donc, chez cette plante, une *réduction très forte du tissu médullaire* dans la partie de la tige qui est restée sous le sol.

ASCLÉPIADÉES ET APOCYNÉES.

Ces deux familles présentent beaucoup d'affinités, aussi je crois ne pas devoir les séparer.

I. *Vincetoxicum officinale.* — La tige aérienne, ainsi que la partie souterraine de cet organe, présentent plusieurs caractères communs dans le *Vincetoxicum officinale*. Le parenchyme cortical est formé de très petites cellules en dedans de l'épiderme; le volume de ces cellules va en croissant jusqu'à ce qu'on arrive à des groupes de fibres qui se trouvent comme au milieu de l'écorce; il est impossible, en effet, de distinguer d'assise analogue à l'endoderme. Le nombre de ces fibres est d'ailleurs très différent dans la partie aérienne et dans la région souterraine; ces fibres sont réunies par groupes de quarante à cinquante dans le premier cas; dans le second, elles sont réduites à des groupes de six, cinq et même trois fibres; un autre caractère s'applique aux deux régions, ces éléments de soutien ne jaunissent pas par le sulfate d'aniline. En dedans du cercle de ces groupes fibreux, il existe un tissu formé de grandes cellules communiquant librement avec le parenchyme cortical. Enfin on trouve, à la périphérie du bois, un cordon peu épais, formé de cellules très petites, mais on ne voit pas de limites précises entre ce tissu et le parenchyme précédent. Le tissu ligneux forme un anneau dans les deux régions de la tige. Le liber interne présente les mêmes caractères, il est formé dans les deux cas, de tissu mou exclusivement; on constate qu'il existe des groupes de petites cellules analogues à celles qui ont été signalées dans le liber interne des Solanées; ces groupes sont d'ailleurs séparés entre eux par des espèces de rayons médullaires internes. Si l'on compare les épaisseurs de la moelle et du parenchyme cortical s'étendant depuis l'épiderme jusqu'aux groupes de fibres, on trouve les nombres suivants :

TISSUS.	TIGE AÉRIENNE.	TIGE SOUTERRAINE.
Parenchyme cortical..........	10	24
Moelle......................	120	117

On voit donc encore qu'il y a accroissement du parenchyme cortical et réduction de la moelle dans la partie enterrée.

II. *Vinca minor*. — La structure du *Vinca minor* est presque identique à celle du *Vincetoxicum*. A la place de l'épiderme cuticularisé de la tige aérienne de la Pervenche, il existe, à la périphérie de la partie souterraine, une couche subéreuse formée de deux assises de cellules qui ont été envahies par la subérine dans les régions externes. Le parenchyme cortical de cette plante se termine par une assise de cellules n'offrant pas de ponctuations, mais assez bien assimilable à l'endoderme. Dans la région enterrée, le parenchyme cortical est beaucoup plus développé que dans la tige aérienne, et ce tissu se termine par un endoderme bien visible, subérifié en un certain nombre de points. On observe, à l'intérieur de la dernière assise corticale, des groupes de fibres tout à fait semblables à ceux du *Vincetoxicum ;* ce sont, en effet, des paquets irréguliers s'avançant dans le liber mou. Ces fibres libériennes n'existent plus qu'en petit nombre dans la partie souterraine. Dans les deux parties de la tige, le bois forme un cercle complet, et le liber interne a la structure ordinaire de ce tissu; il est formé de plusieurs groupes de petits tubes criblés. Le tissu médullaire n'est pas résorbé dans la partie souterraine, il contient une grande quantité d'amidon qui ne se retrouve pas dans la tige aérienne. Enfin on trouve pour épaisseur de la moelle et de l'écorce :

TISSUS.	TIGE AÉRIENNE.	TIGE SOUTERRAINE.
Écorce	21	30
Moelle	77	65

L'étude de ces deux petites familles donne donc des résultats aussi nets que possible. L'action du milieu se fait sentir dans les parties enterrées : 1° *par la formation d'une couche subéreuse; 2° par l'accroissement de l'écorce; 3° par la réduction des fibres; 4° par la diminution du diamètre de la moelle.*

RUBIACÉES.

Galium Mollugo. — Lorsqu'on arrache une touffe de *Galium Mollugo*, on voit que toutes les tiges aériennes partent d'une seule et même partie souterraine extrêmement ramifiée, noueuse et d'un brun rougeâtre (pl. VIII, fig. 84).

Si l'on compare les extrémités de deux tiges de cette plante, l'une développée à l'air et l'autre sous le sol, on trouve immédiatement des différences importantes entre ces deux parties. La plus saillante tient certainement à l'accroissement considérable que prend le parenchyme cortical.

Le deuxième entre-nœud, à partir de l'extrémité de la tige aérienne, présente une section carrée, avec quatre ailes très importantes aux coins de la coupe; il se produit souvent, en outre, sur les pans de la tige, des saillies qui arrivent même en certains points à faire des ailes nouvelles; dans ces saillies de la tige, on ne distingue pas de tissu collenchymateux renforçant les appendices dont on vient de parler. Il tend à se former dans le parenchyme cortical des lacunes qui sont dues à ce que l'épiderme et la couche sous-jacente se détachent en beaucoup de points des assises corticales plus profondes. Le cylindre cortical est encore peu différencié, et, à cette faible

distance du sommet, on constate seulement l'existence d'un anneau ligneux peu développé.

Si l'on coupe maintenant le deuxième entre-nœud de la tige souterraine, on remarque que le diamètre de cette tige augmente; sa section est encore carrée, mais les ailes qui existent dans la partie aérienne ont complètement disparu. Le grand accroissement de la tige souterraine est dû au développement considérable du parenchyme cortical. En effet, tandis que l'épaisseur de l'écorce est de 10 divisions micrométriques, elle est de 46 dans la tige enterrée. Le tissu médullaire s'est également beaucoup accrû, mais cet accroissement est plus faible que celui de la moelle. On trouve en effet :

TISSUS.	TIGE AÉRIENNE.	TIGE ENTERRÉE.
Écorce..................	10	45
Moelle....................	19	52
Rapport de la moelle à l'écorce.	1,9	1,1

La différenciation du cylindre central est d'ailleurs peu avancée, il y a un anneau ligneux autour de la moelle très peu épais.

Au troisième entre-nœud aérien, il se forme jusqu'à six saillies sur la tige. Dans la partie souterraine, au même niveau, le cylindre central seul est plus grand que la tige aérienne.

Lorsque la tige, qui a subi ces modifications, continue à se développer sous le sol, elle grossit, se ramifie et bientôt une lignification accentuée est manifeste; le rhizome devient dur, et les couches externes prennent une teinte rougeâtre. Lorsqu'on examine ces parties âgées en section transversale, on voit que la lignification a été nette, que la moelle est considérablement réduite, et qu'une couche subéreuse existe maintenant à la périphérie de la tige. Dans cette tige souterraine âgée, on remarque que les cellules subéreuses contiennent un suc d'un très beau jaune et que les cellules libériennes, au pourtour du bois, offrent une teinte rouge très nette.

Lorsqu'on racle le suber qui est rouge, la partie mise à nu est jaune, au bout de quelques minutes elle devient rouge; si l'on fait une coupe, au bout de quelques instants, dans cette partie, on voit que la région externe est rouge; plus à l'intérieur on retrouve le suc jaune et enfin le suc rouge. La micorchimie est malheureusement trop peu avancée pour donner l'explication de tous ces phénomènes.

En résumé, on voit que pendant que la tige aérienne est prismatique et s'allonge en ailes, la tige souterraine est ronde. Cette dernière, en multipliant considérablement ses cellules accroît le parenchyme cortical et la moelle, mais l'accroissement du premier tissu est bien plus important. Quand la tige souterraine vieillit, la comparaison avec une tige aérienne ne peut plus se faire, car celle-ci est d'un âge moins avancé, mais on constate cependant l'apparition d'une couche subéreuse et la réduction du tissu médullaire qui sont dues à l'action du milieu.

II. *Galium Cruciata.* — La partie souterraine dont je veux parler était à peine enfoncée dans le sol et la tige aérienne qui lui faisait suite rampait à la surface. En faisant deux sections de cette tige dans deux parties très voisines, l'une au-dessus, l'autre au-dessous du sol, les différences anatomiques sont peu importantes, mais la faiblesse de la variation est intéressante parce qu'elle donne l'effet immédiat du changement de milieu. On trouve que, dans la partie aérienne, l'épiderme est seulement cuticularisé; le parenchyme cortical est composé de cellules parfaitement vivantes contenant de la chlorophylle; les parois latérales entières de l'endoderme se colorent en rouge par la fuchsine car elles sont subérifiées. Dans la partie souterraine très voisine, la subérification a envahi tout le parenchyme cortical et toutes ses cellules sont mortes; ceci se traduit extérieurement par l'aspect de l'épiderme qui dans cette région est ridé et brunâtre.

Ainsi, on voit que le séjour sous le sol modifie complètement cette plante, bien que l'on ne constate pas la disparition de cer-

tains appareils, la distance étant trop faible entre les deux points observés pour que les changements soient aussi grands; les cellules du parenchyme cortical sont écrasées, mortes et subérifiées dans les parties souterraines; les cellules de la partie aérienne sont au contraire tout à fait vivantes.

III. On observe dans l'*Asperula odorata* un changement très net dans la forme de la tige; elle est à quatre angles dans la partie aérienne, elle devient ronde dans la partie souterraine. Il existe à la périphérie du parenchyme cortical, chez cette plante, ainsi que dans le *Galium palustre*, un tissu collenchymateux sous l'épiderme; ce tissu prend un peu plus d'importance dans les angles de la tige aérienne. Le parenchyme cortical de la partie souterraine de cette dernière plante est complètement envahi par la subérine; de plus, chez l'*Asperula odorata* la tige devient uniforme, et le tissu collenchymateux disparaît. Dans les deux cas le tissu médullaire est réduit.

En résumé, chez les tiges souterraines des Rubiacées : 1° *la tige devient ronde*, 2° *le collenchyme tend à disparaître*, 3 *la subérine peut envahir tout le parenchyme cortical très rapidement*, 4° *le rapport de la moelle à l'écorce diminue*.

DIPSACÉES.

Scabiosa Columbaria.—La partie aérienne possède un tissu collenchymateux au-dessous de l'épiderme; ce tissu est peu important, car il ne comprend que deux assises de cellules, mais les parois de l'assise interne sont très épaissies. L'endoderme est formé de cellules plus petites qui se distinguent nettement du liber dont les éléments ont une taille très faible, les cellules de cette membrane sont très régulières et sans ponctuations, leur section transversale est formée par des rectangles. Les tubes criblés du liber sont très nombreux, et leur longueur est presque double de celle des cellules endodermiques. Le tissu ligneux forme un anneau complet dans lequel

les fibres ligneuses sont très développées; les vaisseaux spiralés et annelés sont entourés d'un petit groupe de cellules non lignifiées, petites mais très allongées et à parois horizontales.

La partie souterraine présente une écorce envahie par la subérine jusqu'en son milieu en certains points. Le volume des cellules a changé : dans la partie aérienne, les cellules de l'écorce sont plus petites de beaucoup que celles de la moelle ; dans la partie souterraine, au contraire, les cellules de l'écorce sont en moyenne un peu plus grosses que celles de la moelle, et l'endoderme est peu net. Le liber, qui est exclusivement mou comme dans la partie aérienne, est très développé ; ce tissu est formé de cellules disposées en files radiales très régulières de trente ou quarante éléments les unes à la suite des autres. Les tubes criblés sont peu abondants, le tissu le plus externe est formé de cellules tabulaires, alternant les unes par rapport aux autres en section longitudinale. Le bois forme un cercle complet autour de la moelle, mais dans les parties externes la lignification se fait très irrégulièrement ; le tissu parenchymateux, qui sépare les vaisseaux, et qui se trouve au milieu de l'anneau ligneux sans être lignifié, est formé de cellules parallélipipédiques un peu allongées longitudinalement ; les vaisseaux du bois sont isolés ou réunis par petits groupes. La réduction de la moelle est très sensible ; elle est mesurée par 200 divisions micrométriques dans la partie aérienne, tandis qu'elle n'en offre que 120 dans la partie souterraine.

Cette plante montre donc dans la partie souterraine : 1° *un dépôt de subérine dans un certain nombre de cellules de l'écorce ;* 2° *une lignification irrégulière* dans l'anneau ligneux ; 3° *une réduction très sensible de la moelle.*

VALÉRIANACÉES.

Valeriana dioica. — Le parenchyme cortical est assez bien développé chez le *Valeriana dioica* dans la partie aérienne, mais incomparablement moins que la moelle. Ce premier

tissu se termine par un endoderme présentant des ponctuations extrêmement nettes; cette membrane est ondulée, et les ondulations correspondent aux saillies des faisceaux; en face de ces derniers, l'aspect de l'endoderme change légèrement, la subérine, qui était localisée aux ponctuations, s'étend sur toutes les parois. Le liber qui existe à l'intérieur de cette membrane est exclusivement mou, il est disposé en anneau autour du bois qui est également de forme annulaire. Cet anneau ligneux est constitué par les faisceaux primaires réunis par des arcs de parenchyme ligneux résultant de la transformation du tissu fondamental à la partie interne des rayons médullaires. La moelle est très nettement lignifiée dans toute la région périphérique, on n'y constate pas l'existence de fibres à la pointe interne des faisceaux ligneux, cependant le tissu médullaire laisse entre les trachées et son assise externe un petit îlot non lignifié.

Dans la partie enterrée de cette plante, on retrouve plusieurs caractères qui indiquent nettement sa nature souterraine. On constate d'abord la *prédominance de l'écorce sur la moelle;* cette différence tient, en partie, à la taille des cellules, car celles de la moelle sont plus petites que celles de l'écorce. Le parenchyme cortical est limité par une couche subéreuse assez irrégulière mais bien développée. Du côté interne, l'écorce est terminée par un endoderme formé de cellules moins épaisses que les cellules voisines; en certains points, cette membrane devient irrégulière, et elle est quelquefois dédoublée.

COMPOSÉES.

I. *Achillea Millefolium.* — Dans la tige aérienne jeune, l'écorce est extrêmement réduite, et n'offre plus en certains endroits que quatre ou cinq assises de cellules qui présentent les épaississements caractéristiques du collenchyme dans les saillies de la tige; les dernières assises de l'écorce ont leurs parois moins épaisses (pl. VIII, fig. 85 *col* et *pc*). L'endo-

derme (*end*) qui termine le parenchyme cortical, ne présente pas de ponctuations sur les parois latérales, cette assise est très réguiière. Il existe un important tissu de soutien à la périphérie du cylindre central; les fibres qui se présentent en dehors des faisceaux du bois sont un peu plus petites que celles qui sont à l'extrémité des rayons médullaires, mais il est impossible d'établir de démarcation entre ces deux parties. Le liber mou est extrêmement réduit; cependant, il est certain que la partie la plus interne des fibres, dont je viens de parler, fait partie des faisceaux libériens, sans qu'on puisse assigner de limite pour ces fibres libériennes; certains faisceaux libériens montrent une réduction tout à fait extraordinaire du liber mou qui n'est plus représenté que par deux ou trois cellules (fig. 85, l_1); on voit également, en d'autres points, le liber mou divisé en deux petits îlots, car les fibres rejoignent les faisceaux ligneux. Ces derniers sont peu développés, et leur pointe intérieure présente un parenchyme non lignifié, bordé du côté de la moelle par un arc de fibres (fig. 85); on observe que dans certains faisceaux le liber mou rejoint les cellules non lignifiées qui se trouvent à la partie intérieure du bois.

Dans une tige aérienne plus âgée, le cylindre central ne présente plus des saillies aussi fortes que précédemment; ces points, où le cylindre central s'avance dans l'écorce, correspondent aux saillies de la jeune tige. Les fibres libériennes s'isolent, et l'anneau de soutien est remplacé par un anneau ligneux très important résultant du jeu de la couche génératrice centrale.

Dès qu'on pénètre sous le sol, on voit l'épiderme se recouvrir d'une couche noirâtre très épaisse ou se subérifier; en même temps on constate l'accroissement du parenchyme cortical et la diminution de la moelle; les fibres libériennes, qui formaient précédemment des groupes homogènes, se divisent et diminuent de nombre, il se produit ensuite une couche subéreuse. Dans une partie plus âgée, l'endoderme est subérifié, des canaux sécréteurs s'y forment; les fibres libériennes

deviennent de moins en moins nombreuses et finissent par disparaître entièrement. L'anneau ligneux, qui était resté homogène, présente de grands rayons médullaires à sa périphérie ; la lignification se fait donc très irrégulièrement.

Lorsque l'on compare à la jeune tige aérienne un jeune rhizome qui ne s'est pas encore prolongé en une pousse au-dessus du sol, on voit que les différences entre ces deux parties sont frappantes. En dessous de l'épiderme subérifié (fig. 86), il se produit une couche subéreuse importante (*cs*) ; le parenchyme cortical (fig. 86, *pc*) est très développé, il présente à sa partie interne des canaux sécréteurs (*cr*) formés au voisinage de l'endoderme peu régulier. Les fibres libériennes sont absentes ; le bois forme un anneau régulier bien développé (*b*)

Cette étude montre donc que, dans la partie souterraine · 1° le développement du suber est rapide ; 2° l'écorce s'accroît beaucoup ; 3° les fibres libériennes diminuent et disparaissent ; 4° l'anneau ligneux qui existe dans les jeunes rhizomes devient irrégulier dans les vieux, car la lignification s'y reproduit sans ordre.

II. Je vais étudier maintenant les diverses modifications présentées dans les différents tissus des autres plantes de cette famille que j'ai pu examiner.

1° *Epiderme et couche subéreuse.* — J'examinerai d'abord les tissus de protection. L'*Artemisia mutellina* est une plante populaire du Tyrol qui vit, comme on sait, sur les hautes montagnes ; j'ai récolté cette espèce sur les bords du glacier du Gross Venediger, dans les Alpes autrichiennes. Comme cette plante croît dans la région alpine supérieure, elle possède un puissant appareil de protection. Dans les tiges aériennes, l'épiderme offre une cuticule épaisse ; mais c'est surtout dans le rhizome, qui doit rester l'hiver sous la neige, qu'une couche subéreuse importante se forme (pl. VIII, fig. 88). On retrouve cette couche subéreuse plus puissante dans le *Gnaphalium Leontopodium*, l'Edelweiss. On observe les mêmes faits chez le *Gnaphalium supinum*, et chez le *Chrysanthemum alpinum*.

Cette couche subéreuse est bien moins développée dans le *Solidago Virga-aurea.* Chez d'autres plantes, comme le *Tussilago Farfara,* l'assise épidermique reste longtemps à peu près intacte, une matière brunâtre se montre seulement à la périphérie ; on retrouve quelque chose de semblable dans les rhizomes bien développés du *Doronicum Pardalianches.*

2° *Modifications du parenchyme cortical.* — Le parenchyme cortical, peu développé dans la partie aérienne, n'offre qu'un faible tissu collenchymateux ; il se modifie beaucoup dans les parties souterraines en produisant des canaux résineux. Si l'on examine soit le *Doronicum plantagineum*, soit le *Doronicum Pardalianches*, on constate qu'en face chaque faisceau libéro-ligneux, il se forme, aux dépens d'une cellule de l'endoderme, un canal résineux par des divisions successives de cette cellule. M. Van Tieghem (1) a déjà décrit une formation analogue dans les racines et les tiges de certaines Composées. Dans le *Solidago Virga-aurea*, il existe aussi dans le rhizome des canaux sécréteurs adossés à l'endoderme contenant un liquide oléagineux ; seulement les canaux sont ici beaucoup plus importants. Ils sont également très régulièrement disposés en face des faisceaux du liber dans le *Petasites albus.*

Dans l'*Aster floribundus*, il existe bien des canaux en face de quelques faisceaux libéro-ligneux, mais ils ont un très faible diamètre, les plus importants se montrent au milieu du parenchyme cortical en face les très grands rayons médullaires qui séparent les faisceaux, les premiers se forment probablement aux dépens de la dernière assise corticale qui est peu nette dans le rhizome.

Dans le *Chrysanthemum alpinum* des canaux se forment aux dépens de l'endoderme, mais ils ne sont pas en face et en dehors des faisceaux libériens ; ils se produisent entre eux. Dans l'*Artemisia mutellina* (pl. VIII, fig. 88 *cr*) leur situation est encore plus indéterminée, mais ils se forment toujours par division de l'endoderme. Enfin, dans les tiges souterraines de

(1) *Mémoire sur les canaux sécréteurs* (*Ann. des sciences*, t. XVI, p. 113).

l'*Hieracium murorum*, l'*Hieracium Pilosella* et le *Tussilago Farfara*, on n'en trouve pas plus dans la tige aérienne que dans la partie souterraine. Au contraire, dans le *Solidago Virga-aurea*, on voit l'ébauche de canaux sécréteurs, en un point de l'endoderme d'une tige aérienne.

Donc en somme, ces canaux sécréteurs sont toujours incomparablement moins développés dans les tiges aériennes que dans les parties souterraines.

Les vieux rhizomes du *Tussilago Farfara* ont un tissu cortical assez curieux, les cellules le constituant sont très régulières, chacune est hexagonale ou octogonale, et à chacun des angles il existe un méat; aussi l'ensemble de ces cellules forme, en coupe, comme une réunion d'alvéoles régulières.

3° *Endoderme et assise périphérique.* — On vient de dire que l'endoderme peut former des canaux sécréteurs. Cette assise présente différentes variations dans sa structure. L'endoderme offre des ponctuations nettes dans une jeune tige aérienne de l'*Aster Amellus*; ces plissements sont très visibles dans le rhizome du *Doronicum Pardalianches*. Cette membrane est, en général, légèrement subérifiée dans les parties souterraines, comme cela est très visible dans le *Solidago Virga-aurea*. On observe le même fait dans les tiges aériennes du *Gnaphalium Leontopodium*. En vieillissant cette membrane devient moins nette; ainsi, dans un rhizome âgé de l'*Hieracium murorum*, les plissements ne sont pas visibles, la subérification ne s'est pas produite, c'est seulement par le changement d'aspect des tissus qu'on trouve la limite de l'écorce. Enfin, chez le *Petasites albus* et le *Tussilago Farfara*, on ne reconnaît pas l'assise endodermique, et la moelle communique sans interruption avec l'écorce.

On voit donc que l'endoderme peut présenter une série de modifications. Il peut exister d'abord à l'état d'assise unique avec des plissements, cette assise se divise en des points variables et produit des canaux résineux; puis elle se modifie, s'imprègne de subérine, elle subsiste, dans ce cas, longtemps très nette à la périphérie du corps central. Quand cette trans-

formation n'a pas lieu, elle est irrégulière, se déforme et finalement devient méconnaissable; ce n'est qu'en suivant le développement qu'on peut arriver à en constater l'existence.

A l'intérieur de l'endoderme, il existe une assise de cellules qui est, à l'origine, indépendante des faisceaux libéro-ligneux. Ainsi, dans le *Doronicum plantagineum*, j'ai constaté nettement l'indépendance d'une assise de cellules entre l'endoderme et les faisceaux libériens.

4° Anneau de soutien et fibres libériennes. — Si l'on examine la tige aérienne de l'*Artemisia mutellina*, on constate qu'il s'y développe un tissu de soutien très important (pl. VIII, fig. 87). D'abord, en face de chaque faisceau libéro-ligneux, il existe un arc de fibres adossées à l'endoderme, ces fibres sont très petites et très nombreuses. Entre les faisceaux libéro-ligneux, le parenchyme fondamental s'est lignifié et transformé en fibres; ce changement s'est également produit vers la pointe interne des faisceaux ligneux, il existe, en cet endroit, un arc de fibres enfermant un tissu parenchymateux non lignifié. Chez le rhizome de cette plante, il n'existe plus une seule fibre (fig. 88).

Chez le *Gnaphalium supinum* il y a, dans la tige florale, un anneau véritable de soutien formé de cellules lignifiées à peu près de même taille sur toute la périphérie du cylindre central; on ne distingue donc pas ici, comme dans le cas précédent, un faisceau de fibres plus petites que les autres, et qui peuvent être regardées comme des fibres libériennes. Ici, les faisceaux libéro-ligneux sont rejetés dans la moelle, loin de l'endoderme; le tissu fondamental contourne les faisceaux, et passe entre le liber et l'endoderme. Le *Chrysanthemum alpinum* présente la même structure. Dans la partie souterraine de ces plantes, il n'y a plus de fibres.

Dans le *Gnaphalium Leontopodium*, les fibres qui se trouvent en face du liber commencent à s'isoler de l'anneau ligneux. L'*Aster Amellus* présente également des groupes de fibres libériennes à l'extérieur et un anneau ligneux à l'intérieur. Cette structure permet de passer à celle du *Solidago Virga-*

aurea; dans la tige aérienne de cette plante, on remarque, à la périphérie du liber mou, un groupe important de fibres libériennes. Le rhizome de cette même espèce présente une réduction considérable de ces fibres relativement à celles de la tige aérienne où elles forment des arcs étendus; j'ai compté 127 fibres dans l'un d'eux, tandis que dans le rhizome elles sont réunies au plus au nombre d'une dizaine, quelquefois elles y disparaissent même complètement.

Dans le *Centaurea nigra*, on trouve dans la base souterraine de la tige à peu près la structure de la tige aérienne, cependant les fibres diminuent en nombre dès qu'on pénètre sous le sol. On constate en même temps que le développement de ces derniers éléments est inverse de celui du parenchyme cortical; ces modifications sont très peu accentuées, mais elles s'effectuent dans le même sens que celles qui ont été trouvées jusqu'ici.

Les fibres libériennes existent aussi dans la tige aérienne et la tige souterraine de l'*Aster Amellus*, seulement la diminution est très nette dans cette dernière partie. Par conséquent, les fibres libériennes peuvent souvent subsister dans les parties souterraines; on les trouve dans les vieux rhizomes durs de *Tussilago Farfara* auxquels les tiges aériennes transitoires ne sont pas comparables; il en est de même du *Petasites albus*. On voit donc, par ces exemples, que si les tiges souterraines peuvent présenter des fibres libériennes et même des groupes importants, lorsqu'on passe d'une tige aérienne à la tige souterraine qui fait suite, on trouve toujours une réduction des fibres.

5° *Liber secondaire et couche génératrice libéro-ligneuse.* — Le *Carlina acaulis* est une plante d'altitude peu élevée; je l'ai trouvé à environ 1800 mètres près du col du Tauern; le gros capitule de cette espèce est immédiatement appliqué sur le sol, il est donc impossible de comparer la partie souterraine à une tige nettement aérienne. Les vieux rhizomes de cette plante allongés et noirâtres présentent une structure spéciale. L'écorce primaire est exfoliée en partie, l'endoderme

est encore assez bien indiqué en certains points; aussi voit-on que le liber a pris un énorme développement. Il n'existe pas, en effet, de fibres à la périphérie des faisceaux, ce tissu libérien est exclusivement mou; le liber présente la disposition radiale qui a déjà été rencontrée dans un certain nombre de vieux rhizomes chez lesquels l'activité de la couche génératrice a été très grande; les files radiales vont jusqu'à l'extrémité de ce tissu. La principale singularité de cette plante est la formation, aux dépens du liber secondaire, d'un nombre considérable de canaux sécréteurs; ceux qui e[illegible] nt à la périphérie sont très développés, et leur diam[illegible] iminue beaucoup vers la couche génératrice; il peut [illegible] r ainsi dans un faisceau libérien jusqu'à huit cana[illegible] ıx de tailles diverses. Ils se présentent, non seu[illegible] ns le liber, mais aussi dans les rayons médull[illegible] ouche génératrice cambiale peut fonctionner avec be[illegible] d'activité dans un grand nombre de rhizomes de Composées, mais sans atteindre un accroissement aussi grand que celui qui vient d'être décrit. Le *Solidago Virga-aurea* présente un développement moyen. Dans le *Solidago alpestris*, le liber est peu en retard sur le bois. Chez certaines plantes, comme l'*Hieracium murorum*, l'*Aster Amellus*, c'est surtout du côté du bois que la couche génératrice est active. Enfin, dans l'*Artemisia mutellina*, le *Chrysanthemum alpinum*, l'activité de la couche génératrice est bien moins intense.

Cette activité de la couche génératrice est très variable dans les tiges aériennes. Chez le *Gnaphalium supinum*, l'*Artemisia mutellina*, les faisceaux sont fermés, car ils sont entourés de tous côtés par un anneau de soutien. Ces faisceaux sont également fermés mais étalés dans le *Solidago alpestris;* chez le *Gnaphalium Leontopodium* l'agrandissement est aussi très grand, mais la zone génératrice n'apparaît pas. Cette couche commence à se montrer dans la tige florale de l'*Hieracium murorum*. Enfin, pour le *Solidago Virga-aurea*, les fibres libériennes sont séparées de l'anneau de soutien, aussi la couche génératrice peut-elle fonctionner; elle produit surtout du

bois et le développement du liber reste très faible. On observe les mêmes faits dans la tige aérienne du *Centaurea nigra*

6° *Bois*. — On vient de voir précédemment que les faisceaux peuvent être ouverts ou fermés chez les tiges aériennes. Dans le rhizome du *Solidago Virga-aurea*, au lieu de l'anneau ligneux complet de la tige aérienne, on observe que le tissu ligneux se divise en plusieurs régions ; à la périphérie de la moelle, il existe un anneau ligneux complet ; en dehors de cet anneau, on rencontre des faisceaux secondaires étalés de tailles diverses séparés par d'énormes rayons médullaires non lignifiés ; dans ces faisceaux secondaires, la lignification s'est produite très irrégulièrement, de sorte que les vaisseaux se trouvent au milieu d'un parenchyme ne se colorant pas par le sulfate d'aniline ; enfin, en plusieurs endroits, en dehors d'un faisceau primaire et en face de lui la lignification ne s'est pas produite du tout. En somme, les rayons médullaires sont très nombreux, très larges, et la lignification ne s'est pas étendue aux cellules qui les composent ; dans les faisceaux eux-mêmes la lignification a été très irrégulière.

Le rhizome de l'*Hieracium murorum* présente à peu près la même structure, seulement avec une irrégularité plus grande encore ; c'est surtout dans les faisceaux que la lignification se produit sans ordre, car les rayons médullaires sont bien moins développés.

Chez un vieux rhizome de l'*Aster Amellus*, la lignification s'est produite régulièrement ; cependant on est averti de la nature souterraine de l'organe par l'existence en deux points de larges rayons médullaires non lignifiés ; vers la périphérie de l'anneau, la structure change entièrement, les faisceaux seuls sont lignifiés, et il existe entre eux d'énormes rayons médullaires où la lignine ne s'est pas déposée.

La structure est différente chez certains rhizomes de plantes qui ont des faisceaux fermés dans la tige aérienne. Ces faisceaux restent isolés dans la tige souterraine, des arcs fibreux ne réunissent pas les faisceaux entre eux ; le rhizome d'*Artemisia mutellina* (pl. VIII, fig. 88 *b*) offre cette orga-

nisation, les faisceaux du bois tendent à s'étaler. Cette structure est intermédiaire entre celle qui a été signalée précédemment et celle des rhizomes du *Tussilago* et du *Petasites*. Dans les premières plantes, les faisceaux ligneux sont très étalés, et la lignification s'y produit irrégulièrement; il s'y forme des rayons médullaires secondaires. Dans les derniers, les faisceaux sont bien lignifiés, très denses, peu étalés; la lignification est complète dans tous les éléments de chacun d'eux; en outre, les rayons médullaires qui les séparent sont uniquement primaires. On peut placer entre ces deux groupes le *Gnaphalium supinum* et le *Solidago alpestris*.

Le *Carlina acaulis* offre dans son rhizome une structure spéciale; l'activité de la couche génératrice est considérable, et les faisceaux du bois s'allongent beaucoup. Ils restent séparés par des rayons médullaires nombreux et assez bien développés. L'épaisseur des faisceaux du bois est faible; comme la lignification ne s'étend qu'aux vaisseaux et que ceux-ci sont peu nombreux, il existe des points où l'épaisseur tangentielle du faisceau se réduit à un vaisseau.

Le *Tussilago Farfara* et le *Petasites albus* présentent une particularité qui a déjà été signalée dans un certain nombre de rhizomes. Il existe, à la pointe interne de chaque faisceau ligneux, un groupe de fibres très épaisses le bordant du côté de la moelle, comme les fibres libériennes bordent le liber mou à l'extérieur.

7° *Moelle.* — Je ne veux citer relativement à ce tissu qu'un fait spécial à l'*Aster Amellus*. On constate que la moelle de cette plante est lignifiée aussi bien dans la tige aérienne que dans la tige souterraine.

8° *Comparaison des épaisseurs de la moelle et de l'écorce.* — Si l'on compare les épaisseurs de la moelle et de l'écorce on trouve toujours les mêmes résultats :

NOMS DES ESPÈCES.	TIGE AÉRIENNE.			TIGE SOUTERRAINE.		
	ÉPAISSEUR DE		RAPPORT de la moelle à l'écorce.	ÉPAISSEUR DE		RAPPORT de la moelle à l'écorce.
	l'écorce.	la moelle.		l'écorce.	la moelle.	
Artemisia mutellina..	6	50	8	43	73	1,6
Hieracium murorum.	16	270	16	35	60	1,7
Solidago Virga-aurea.	10	190	19	35	100	2,8
Chrysanthemum alpinum.............	7	43	6	30	45	1,5

Ce tableau montre que le parenchyme cortical croît dans les parties souterraines, et que le rapport de la moelle à l'écorce est plus faible dans les tiges enterrées.

On pourrait multiplier les exemples. Dans le *Gnaphalium Leontopodium*, l'écorce est exfoliée, mais la moelle est très réduite, son épaisseur est de 56 divisions micrométriques dans la partie souterraine et de 65 dans la tige aérienne, qui est beaucoup plus jeune. Dans une tige florale du *Tussilago Farfara* dont la base était souterraine, on constate également des différences très importantes dans l'épaisseur de l'écorce; tandis qu'elle est de 14 divisions micrométriques dans la partie aérienne, elle en atteint 30 dans la partie souterraine. Chez le *Centaurea nigra*, quoiqu'il n'y ait pas de rhizome, la base de la tige étànt seulement souterraine, on constate également des différences dans le même sens, seulement elles sont faibles. Ainsi l'écorce a une épaisseur de 12 divisions micrométriques sous terre, et de 9 dans la partie aérienne. Dans la moelle de cette plante, on observe une variation en sens inverse : l'épaisseur de ce tissu dans la partie aérienne étant de 180 est de 140 dans la partie enterrée ; il y a donc diminution de la moelle.

Au total, on trouve dans les parties souterraines de ces plantes tous les caractères qui ont été rencontrés jusqu'ici dans cette région des tiges.

III. *Hieracium Pilosella.* — Il me semble intéressant, à la fin de ces recherches, d'exposer, en prenant une plante pour exemple, toute la complication du problème que je me suis posé. Je crois utile de montrer combien l'anatomie comparée seule aurait été insuffisante pour arriver à lever toutes les contradictions apparentes qu'on observe en comparant les structures des différents organes d'une même plante.

L'*Hieracium Pilosella* présente dans sa tige quatre parties offrant chacune une structure spéciale : les pédoncules floraux, les stolons qui rampent à la surface du sol, les jeunes rhizomes et les vieux rhizomes : en somme, deux sortes de régions aériennes et deux sortes de régions souterraines. Dans ces quatre parties de la tige on trouve des structures différentes qui paraissent d'abord irréductibles entre elles. L'expérience seule pouvait guider pour faire comprendre des organisations si diverses. Je vais d'abord examiner chacune de ces parties.

1° *Pédoncule floral.* — Le parenchyme cortical est très réduit dans le pédoncule floral, surtout relativement à l'important développement de la moelle qui est résorbée au centre de la tige, et dont il reste quelques lambeaux au bord interne de l'anneau formé par les faisceaux du bois. On trouve, en effet, pour les épaisseurs de ces deux tissus : écorce 10, moelle 130 divisions micrométriques. Le cylindre central, encore entouré par un endoderme net, présente des faisceaux libéro-ligneux isolés. Les faisceaux sont fermés, ceci se conçoit car ils sont emprisonnés de tous les côtés dans une gaine de fibres. En effet, le tissu fondamental s'est transformé en fibres entre les faisceaux; cette transformation s'est opérée également vers le bord interne des faisceaux du bois. En résumé, il existe dans la tige aérienne un anneau de soutien qui relie les faisceaux et les englobe.

2° *Stolon.* — Si l'on examine un stolon, une tige aérienne rampant à la surface du sol, on constate déjà de grandes modifications à la structure précédente. Le parenchyme cortical a augmenté, ce tissu se termine par une assise endodermique

très régulière, sur les parois de laquelle on ne voit point de ponctuations, mais une légère subérification. C'est surtout dans le cylindre central que se montrent les grandes différences ; on trouve un anneau ligneux, mais l'anneau de fibres de soutien n'existe plus. Entre ce tissu ligneux et l'endoderme, on observe un anneau formé par du liber mou séparé par des rayons médullaires ; aucun élément fibreux ne se montre plus dans cette partie. Le tissu ligneux est formé par les faisceaux primaires reliés entre eux par des arcs de fibres et de parenchyme lignifié provenant de la transformation du tissu fondamental. En effet, la couche génératrice n'existe pas ; si cependant elle apparaît en quelques points, c'est en face des faisceaux primaires. La couche génératrice libéro-ligneuse peut d'ailleurs se développer maintenant, car les faisceaux ne sont pas enfermés de tous les côtés.

3° *Jeune rhizome*. — Dans un jeune rhizome, le parenchyme cortical croît beaucoup, son épaisseur est de 10 divisions micrométriques dans le pédoncule floral, elle devient 19 dans le stolon et 50 dans le jeune rhizome ; le tissu médullaire garde le même diamètre. L'endoderme est subérifié sur toutes ses parois. Mais c'est surtout dans le tissu ligneux que les différences se manifestent. Dans le pédoncule floral les faisceaux sont enfermés dans l'anneau de soutien, dans le stolon il existe des arcs de parenchyme lignifié réunissant les faisceaux entre eux. Chez les jeunes rhizomes, les faisceaux restent isolés, le parenchyme intermédiaire ne se lignifie pas. Donc, pour cette partie les fibres libériennes, les fibres ligneuses et le parenchyme lignifié ont disparu.

4° *Vieux rhizomes*. — La structure des vieux rhizomes est également spéciale. Il s'en présente de deux espèces. Leur organisation finale semble succéder, dans les uns, à celle des jeunes rhizomes ; dans les autres, à celle des jeunes stolons. Dans les premiers, en effet, on voit que les faisceaux sont isolés. Dans les derniers il existe, à la périphérie de la moelle, un anneau ligneux reliant entre eux les faisceaux primaires ; en dehors de cet anneau, les faisceaux sont séparés par

d'énormes rayons médullaires. Ces deux espèces de rhizomes ont d'ailleurs des caractères communs. Le parenchyme cortical, très développé, tend à disparaître, exfolié en partie par une couche subéreuse irrégulière qui naît au milieu de ce tissu; l'endoderme devient irrégulier, mais il subsiste légèrement subérifié. Le liber prend un assez grand développement, seulement il ne se forme pas de fibres libériennes; les faisceaux ligneux, plus développés que les faisceaux libériens, sont composés uniquement de vaisseaux isolés au milieu de parenchyme non lignifié. Enfin, pendant que tous les tissus de la tige s'accroissent, la moelle semble complètement arrêtée dans son développement.

Comment expliquer toutes ces différences de structure? Les tiges florales ont surtout besoin d'être soutenues; aussi comprend-on l'existence de l'anneau de soutien. Dans les stolons, la tige est appuyée sur le sol, l'appareil d'affermissement n'a pas besoin d'être aussi puissant; aussi la transformation du tissu fondamental en fibres, au lieu de s'étendre à toutes les cellules des rayons médullaires et de contourner les faisceaux libériens, s'étend-elle seulement à la portion des rayons médullaires qui se trouve entre les faisceaux du bois. Dans les jeunes rhizomes, cet anneau même n'est plus nécessaire, il disparaît. Comme le liber et le bois ne sont plus enfermés dans une gaine fibreuse, la couche génératrice fonctionne avec activité pendant que la tige vieillit; comme la lignification se fait avec difficulté dans les parties souterraines, les vaisseaux seuls ou presque seuls se lignifient. Quant à l'explication des deux structures des vieux rhizomes, elle peut se trouver dans ce fait que les stolons peuvent rentrer sous le sol et former des rhizomes jeunes ayant un anneau ligneux autour de la moelle; à partir de ce moment, la structure des vieux rhizomes doit se manifester.

En résumé, l'étude un peu étendue de cette grande famille du règne végétal montre que dans les parties souterraines : 1° *la couche subéreuse tend à remplacer l'épiderme seulement*

subérifié qui se forme au début; 2° *le parenchyme cortical croît et de grands canaux sécréteurs s'y creusent au milieu de sa masse ou aux dépens de l'endoderme; 3° l'anneau fibreux des tiges aériennes manque*, les *fibres libériennes* elles-mêmes *diminuent ou disparaissent* également; 4° *la lignification se fait très irrégulièrement dans le bois;* 5° *le rapport de la moelle à l'écorce diminue.*

CAMPANULACÉES.

I. *Phyteuma orbiculare.* — La base souterraine de la tige de cette espèce présente une écorce en partie exfoliée par une couche subéreuse très importante. Le liber est exclusivement mou et très développé. Les faisceaux du bois sont importants, mais ils sont séparés par d'énormes rayons médullaires dans lesquels la lignification ne s'est pas produite; les faisceaux eux-mêmes sont lignifiés aussi très irrégulièrement, car les vaisseaux isolés sont entourés de parenchyme non imprégné de lignine. La moelle est extrêmement réduite.

Dans la partie aérienne, la moelle, au contraire, a pris un développement considérable et inversement le parenchyme cortical ne présente que six ou sept assises de cellules. L'endoderme, qui termine l'écorce, est reconnaissable non par ses ponctuations, mais par la subérification de toutes ses parois. Cette dernière assise, très régulière, est nettement circulaire, et entoure un cylindre central présentant deux anneaux successifs; le premier est formé par le liber exclusivement mou, le second est constitué par le bois; cette dernière région est entièrement lignifiée. La moelle est légèrement ponctuée et imprégnée de lignine; les cellules composant ce tissu vont en diminuant dans la région périphérique, de sorte qu'il se forme un arc fibreux autour du parenchyme non lignifié qui entoure les trachées des faisceaux primaires.

En résumé : 1° dans la partie souterraine, il existe des faisceaux très irrégulièrement lignifiés, séparés par des rayons médullaires non imprégnés de lignine, tandis que, dans la par-

tie aérienne, on observe un anneau ligneux complètement lignifié; 2° la moelle est très réduite dans la partie enterrée.

Le *Phyteuma hemisphæricum* présente la même organisation.

II. *Campanula persicæfolia.* — La partie souterraine du *Campanula persicæfolia* présente trois caractères principaux : la moelle est d'abord très peu développée; en second lieu, le tissu ligneux forme un anneau complet autour de la moelle, la lignification se produit irrégulièrement dans la région interne, dans la moitié externe de l'anneau elle est entière; enfin, comme dernier caractère, il existe une forte couche subéreuse à la périphérie de la tige.

La moelle de la partie aérienne est beaucoup plus développée; son diamètre est, dans la partie souterraine, de 50 divisions micrométriques, il est de 130 dans la région dont il s'agit en ce moment. On trouve, comme dans le *Phyteuma*, un endoderme très régulier et subérifié qui entoure un anneau libérien sans fibres. L'anneau ligneux est complètement lignifié; les trachées seules sont entourées d'un parenchyme qu'on a déjà rencontré si souvent, et qui ne se lignifie pas.

En résumé, on trouve que, dans ces plantes, la partie souterraine est : 1° *entourée d'une couche subéreuse puissante;* 2° que *la lignification de l'anneau ligneux est irrégulière;* 3° que *la moelle est très réduite.*

CONCLUSIONS GÉNÉRALES.

Quand on compare, dans leur structure, la tige aérienne et le rhizome d'une même plante, il paraît naturel de penser que les différences observées entre ces deux organes ont une cause héréditaire. Il semble que l'axe souterrain, qui par ses réserves rend la plante vivace, et l'axe aérien, qui chaque année porte les feuilles vertes et les fleurs, soient deux organes distincts.

A quoi peut-on attribuer, par exemple, chez deux espèces voisines d'un même genre, que l'une soit annuelle et que l'autre soit vivace et munie d'un rhizome puissant, si ce n'est à des propriétés initiales du protoplasma de l'œuf chez ces deux végétaux?

Si l'hérédité est la cause de la présence ou de l'absence d'une tige souterraine, il semble vraisemblable, au premier abord, que, parmi les diversités de structure qu'on observe entre la tige aérienne et le rhizome, la majeure partie est héréditaire, indépendante de l'influence du milieu extérieur; il semble que, si la plante respire ou transpire sous le sol autrement que dans l'air, ce sont là des causes de variations secondaires qui ne modifient pas sensiblement l'organisation intérieure de l'axe.

L'ensemble des recherches qui précèdent prouve qu'il n'en est pas ainsi, et qu'au contraire, le milieu paraît avoir une influence prépondérante.

L'expérience est nécessaire, comme on l'a vu, pour résoudre une pareille question, l'anatomie comparée seule n'aurait pas

été suffisante pour servir de guide au milieu d'un dédale de faits en apparence contradictoires.

La partie expérimentale de ce mémoire a eu pour but de rechercher quels tissus étaient modifiés par le séjour des plantes sous le sol. On a vu alors comment se transforment les cellules de l'épiderme, cette membrane exposée plus que toutes les autres aux premiers dangers; on a exposé ce que deviennent les cellules de l'écorce, qui produisent la chlorophylle et un tissu de soutien dans les parties aériennes ordinaires; on a dit quel est le sort des cellules de l'endoderme, qui perdent si vite leur caractère; on a montré quels changements subissent les cellules de la couche cambiale, qui se transforment rapidement d'ordinaire en vaisseaux ligneux d'un côté et en tubes criblés de l'autre; on a vu enfin ce que deviennent les cellules médullaires, plus protégées que les autres, mais cependant aussi accessibles aux transformations. Les plantes soumises à l'expérience appartenaient à des familles très diverses; on pouvait donc s'attendre à trouver dans cette partie, la plus grande variété dans les changements de structure qui allaient se produire. Les conclusions ont prouvé, au contraire, que la plupart des modifications s'observent dans tous les végétaux examinés.

Ce fondement bien établi, j'ai cherché si ces modifications se retrouvent dans les rhizomes. La dernière partie de ce mémoire a permis de voir qu'il en est ainsi. Si l'on récapitule, en effet, les conclusions des différents chapitres, on constate les résultats suivants dans les tiges souterraines :

1° L'épiderme, quand il subsiste, se modifie; la subérine envahit sa paroi externe d'abord, et peut former une couche très épaisse, elle ne se montre que plus tard sur les parois latérales et internes.

2° L'écorce augmente, soit par l'accroissement de volume des cellules, soit par leur multiplication.

3° Le collenchyme ou diminue, ou disparaît; ce fait est surtout net lorsque ce tissu est développé aux angles de la tige aérienne.

4° Une couche subéreuse tend à se produire hâtivement; elle naît en des points variables dans l'épiderme, dans le parenchyme cortical, dans l'endoderme, dans l'assise périphérique, dans le liber. Cette couche se substitue quelquefois à un anneau de fibres qui existe dans les parties aériennes.

5° Il existe, en effet, très souvent un anneau de fibres dans les tiges aériennes, à la périphérie des faisceaux libéro-ligneux; un pareil anneau ne s'est jamais montré dans les parties tout à fait souterraines; il reste souvent, dans les tiges enterrées, quelques fibres libériennes, mais elles sont moins nombreuses que dans la partie aérienne. On observe donc dans les tiges souterraines la disparition de l'anneau fibreux ou la diminution des fibres libériennes.

6° Chez un grand nombre de plantes vivaces que j'ai eu l'occasion d'étudier, les faisceaux libéro-ligneux de la tige aérienne sont fermés, car ils sont emprisonnés dans l'anneau fibreux dont il vient d'être question; cet anneau disparaissant dans les tiges souterraines, les faisceaux y sont ouverts (1).

7° L'activité de la couche génératrice est très variable, mais la lignification se fait presque toujours irrégulièrement dans les faisceaux ligneux.

8° Le rapport de la moelle à l'écorce est plus faible que dans les parties aériennes.

9° Les matières nutritives, surtout l'amidon, y existent en grande abondance.

10° Les angles des tiges aériennes, quand elles présentent des saillies, tendent à disparaître.

En résumé, on doit attribuer à l'influence du milieu dans les tiges souterraines :

(1) On a vu, dans la partie expérimentale, que la couche génératrice cambiale de la tige enterrée est moins développée que dans la partie aérienne; or on vient de voir que les faisceaux des tiges aériennes sont souvent fermés, tandis que la couche cambiale existe dans la partie souterraine. Ces deux résultats tiennent à ce que les tiges comparées expérimentalement étaient de même âge, tandis que l'âge est différent dans le dernier cas; les rhizomes sont de vieilles tiges, et les tiges aériennes des plantes étudiées meurent au bout de l'année.

1° *Le grand développement des tissus de protection* (*épiderme subérifié, couche subéreuse*) ;

2° *La réduction ou la disparition de l'appareil de soutien* (*collenchyme, anneau fibreux, fibres libériennes*) ;

3° *Le grand développement de l'écorce et la réduction relative de la moelle ;*

4° *La faible lignification ;*

5° *La production de matières de réserve.*

Ces conclusions montrent donc que l'influence immédiate du milieu est considérable, et qu'on doit lui attribuer les plus grandes différences qui existent entre les tiges aériennes et les souterraines. L'hérédité morphologique joue cependant un rôle, nous avons eu l'occasion d'en citer quelques cas nets, mais les différences qui sont sous sa dépendance n'ont ni la généralité, ni l'importance de celles dues au milieu.

Cet ensemble de faits pourrait conduire à penser que l'existence d'un rhizome dans une espèce n'est pas un caractère aussi immuable que le premier aspect des choses peut le faire croire.

On sait que le nombre des espèces vivaces augmente avec l'altitude. Ainsi, pour quelques genres dont les espèces sont très nombreuses et très communes, on trouve au-dessus de 600 mètres seulement 40 pour 100 d'espèces vivaces, de 600 à 1800 mètres 67 pour 100, et au-dessus de 1800 mètres 94 pour 100 (1).

Il y a plus, la même espèce peut être annuelle dans les basses altitudes et vivace dans les hautes régions alpines où elle acquiert une tige souterraine (2). La durée d'une plante, la présence d'un rhizome seraient donc, au moins dans certains cas, sous la dépendance immédiate des conditions physiques.

(1) G. Bonnier et Ch. Flahault, *Observations sur les modifications des végétaux suivant les conditions physiques du milieu* (*Ann. des sc. nat., Bot.*, 6e série, t. VII, p. 104).

(2) *Ibid.*, p. 103. L'ensablement peut produire le même fait : Cosson (*Bull. de la Soc. bot. de France*, 2e série, t. IV, 1882, p. 49).

On peut comprendre à quel point le milieu joue un rôle considérable dans la vie des végétaux, si l'on réfléchit que, chez une même plante, une même cellule jeune peut être modifiée dans son développement normal par les conditions extérieures de manière à donner en se différenciant soit une fibre lignifiée, élément de soutien, soit une cellule molle à contenu nutritif, élément de réserve.

Les quelques résultats obtenus dans ce travail donnent lieu d'espérer qu'en modifiant de diverses manières les conditions d'existence des plantes, on arrivera à trouver des variations qui pourront jeter un jour nouveau sur la vie intime des éléments de l'organisme végétal.

Ces recherches ont été faites au laboratoire de botanique de l'École Normale Supérieure, sous la direction bienveillante de M. Bonnier, Maître de conférences.

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE 1.

Fig. 1 à 8. — *Rubus fruticosus.*

Fig. 1. Section transversale de la tige aérienne : *ep*, épiderme; *pc*, parenchyme cortical; *as*, couche subéreuse; *fl*, fibres libériennes; *l*, liber mou; *b*, bois; *m*, tissu médullaire lignifié; *cg*, couche génératrice libéro-ligneuse.

Fig. 2. Section transversale du tubercule jeune. Mêmes lettres que la section précédente; *p*. parenchyme non lignifié à la périphérie de la moelle.

Fig. 3. Section transversale d'un faisceau de l'extrémité jeune du tubercule. Mêmes lettres que les figures précédentes; *ap*, assise périphérique en voie de division; *m*, moelle non lignifiée.

Fig. 4. Section transversale d'un faisceau d'une jeune pousse aérienne faite au cinquième entre-nœud. Mêmes lettres que les figures précédentes.

Fig. 5. Section transversale d'un faisceau d'une pousse émise par le tubercule, et maintenue sous terre pendant six mois. Mêmes lettres; *end*, endoderme.

Fig. 6. Figure montrant l'endoderme *end* en voie de division; c'est dans cette assise que la couche subéreuse *as* prend naissance.

Fig. 7. Aspect extérieur d'un jeune tubercule : *a*, point où la section de la figure 1 a été faite; *d*, endroit de la section de la figure 2; *b*, bourgeon; *r*, racines adventives.

Fig. 8. Aspect extérieur d'un vieux tubercule émettant plusieurs pousses qui vont sortir du sol *p*; *a*, tige aérienne vieille; *r*, vieille racine adventive.

PLANCHE 2.

Fig. 9 à 12. — *Faba vulgaris.*

Les figures 11 et 12 sont comparables (1).

Fig. 9 et 10. Aspect extérieur de deux tiges développées l'une (fig. 9) à l'air, l'autre (fig. 10) en terre : *f*, feuilles; *s*, stipules; *b* et *c*, points où les sections des deux figures suivantes ont été faites; *c*, l'épiderme est brunâtre en cet endroit.

Fig. 11. Section transversale des tissus périphériques de la tige aérienne : *ep* épiderme; *pc*, parenchyme cortical; *fl*, fibres libériennes; *end*, endoderme sans ponctuations. Section faite en *b* (voy. fig. 9).

(1) Les figures comparables sont faites au même grossissement.

Fig. 12. Section transversale des tissus périphériques de la tige maintenue sous le sol; cette section est faite à une hauteur correspondant à celle à laquelle la coupe précédente a été faite en *c* (voy. fig. 10). Mêmes lettres que dans la figure précédente; *end*, endoderme offrant des ponctuations.

Fig. 13 à 16. — *Aralia pentaphylla.*

Fig. 13. Section transversale des tissus périphériques de la tige aérienne : *ep*, épiderme cuticularisé; *col*, collenchyme; *fl*, fibres libériennes; *l*, liber mou; *b*, bois; *rm*, rayons médullaires; *cr*, canaux sécréteurs de l'écorce et du liber.

Fig. 14. Section transversale des tissus périphériques de la partie enterrée de la marcotte dans la région voisine de la surface du sol. Mêmes lettres que dans la figure précédente; *pc*, parenchyme cortical.

Fig. 15. Section transversale de la pointe interne d'un faisceau ligneux de la tige aérienne : *rm*, rayons médullaires; *f*, fibres ligneuses; *a*, tissu fibreux entourant les trachées.

Fig. 16. Section transversale de la pointe interne d'un faisceaux ligneux de la partie enterrée : *rm*, rayons médullaires; *a*, tissu non lignifié dont les parois ne sont pas épaissies et entourant les trachées *t*.

Fig. 17 à 26. — *Solanum tuberosum.*

Fig. 17. Aspect général d'une tige de Pomme de terre poussée dans une cave et ayant atteint une longueur de plus de 1 mètre, la partie où existent les racines adventives était sous le sable : *ps*, commencement de la partie souterraine; *po*, partie à l'obscurité; *a*, *b*, ... *k*, différents nœuds de la tige.

Fig. 18 à 23. Dessins des nœuds grossis de la figure précédente. On voit qu'à mesure qu'on se rapproche de la partie enterrée la feuille *f* se réduit, et le rameau *p*, développé à son aisselle, prend un grand accroissement. Dans la figure 23, on voit ue les racines adventives sont nombreuses, *r*. La figure 18 (*d*) est le nœud *d* de la figure 17; la fig. 19 (*e*) est le nœud *e* de la figure 17; etc.

Les figures 24 à 26 représentent l'aspect extérieur de deux tiges développées l'une à l'air, l'autre sous terre.

Fig. 24. Tige maintenue enterrée. Sur la branche *b*, il naît des feuilles *f* et des jeunes pousses *p*; ces dernières sont assez développées.

Fig. 25. Tige maintenue enterrée. La feuille a disparu, et la pousse s'est allongée et renflée en un petit tubercule à son extrémité *t*.

Fig. 26. Tige aérienne. — La pousse *p*, née à l'aisselle de la feuille *f*, est très réduite; *b* est la branche aérienne.

PLANCHE 3.

Fig. 27 à 30. — *Solanum tuberosum* (suite).

Les figures 27 et 28 ainsi que 29 et 30 sont comparables.

Fig. 27. Section transversale de la tige aérienne en face d'un jeune faisceau libéro-ligneux : *ep*, épiderme; *col*, collenchyme; *pc*, parenchyme cortical; *end*, endoderme; *a*, point de l'endoderme où les plissements n'existent pas; *le*, liber externe; *b*, bois; *pl*, parenchyme ligneux; *li*, liber interne.

Fig. 28. Section transversale de la tige maintenue enterrée. Mêmes lettres que la figure précédente.

Fig. 29. Section transversale d'un grand faisceau de la tige aérienne : *fle*, fibres libériennes externes ; *cg*, couche génératrice cambiale ; *fli*, fibres libériennes internes ; et, pour les autres tissus, les mêmes lettres que dans les figures précédentes.

Fig. 30. Section transversale d'un grand faisceau de la tige maintenue enterrée. Mêmes lettres que dans la figure précédente ; *l*, liber externe.

Fig. 31 à 34. — *Cicer arietinum.*

Les figures 31 et 32 ainsi que 33 et 34 sont comparables.

Fig. 31. Section transversale de la tige aérienne : *ep*, épiderme; *end*, endoderme cristalligène; *fl*, fibres libériennes; *l*, liber mou; *cg*, couche génératrice cambiale existant entre les faisceaux libéro-ligneux ; *b*, vaisseaux du bois.

Fig. 32. Section transversale d'un faisceau de la tige maintenue enterrée. Mêmes lettres que dans la figure précédente; *cg*, la couche génératrice n'existe qu'entre le bois et le liber.

Les figures 33 et 34 sont faites au même grossissement et montrent le développement très important du parenchyme cortical dans la partie enterrée.

Fig. 33. Section transversale du parenchyme cortical de la tige aérienne : *ep*, épiderme; *pc*, parenchyme cortical.

Fig. 34. Section transversale du parenchyme cortical de la tige aérienne maintenue enterrée. Mêmes lettres que dans la figure précédente; *end*, endoderme.

PLANCHE 4.

Fig. 35 à 41. — *Cucurbita Pepo.*

Les figures 35, 36 et 37 sont comparables.

Fig. 35. Section transversale d'un faisceau libéro-ligneux de la tige aérienne : *end*, endoderme ; *fl*, fibres libériennes; *le*, liber externe; *cge*, couche libéro-ligneuse externe ; *b*, bois; *cge*, couche génératrice libérienne externe ; *li*, liber interne.

Fig. 36. Section transversale d'un faisceau libéro-ligneux de la tige maintenue enterrée et faite à une hauteur comparable à celle du cas précédent. Mêmes lettres que dans la figure précédente.

Fig. 37. Section transversale d'un faisceau libéro-ligneux de la tige maintenue à l'air et à l'obscurité ; cette section est faite à une hauteur correspondant aux deux coupes précédentes. Mêmes lettres que dans les figures 35 et 36.

Les figures 38 et 39 sont des sections longitudinales d'un faisceau libérien; ces deux coupes sont faites à des hauteurs correspondantes.

Fig. 38. Liber de la tige aérienne : *fl*, fibres libériennes; *a*, cellules à contenu protoplasmique très dense; *tc*, tubes criblés; *cg*, couche génératrice cambiale ; *p*, parenchyme libérien.

Fig. 39. Liber de la tige maintenue enterrée. Mêmes lettres que dans la figure précédente.

Les figures 40 et 41 sont comparables et représentent les faisceaux du bois des tiges aérienne et souterraine.

Fig. 40. Section longitudinale du faisceau du bois de la tige aérienne : *va*, vaisseau annelé; *vs*, vaisseau spiralé; *vp*, vaisseau ponctué ; *p*, parenchyme ligneux.

Fig. 41. Section longitudinale d'un faisceau du bois de la tige maintenue enterrée. Mêmes lettres que dans la figure précédente.

Fig. 42 à 45. — *Lupinus albus.*

Les figures 42 et 43, ainsi que les figures 44 et 45, sont comparables.

Fig. 42. Section transversale d'un faisceau libéro-ligneux de la tige aérienne : *end*, endoderme ; *ap*, assise périphérique ; *fl*, fibres libériennes ; *l*, liber mou ; *cg*, couche génératrice cambiale; *b*, vaisseaux du bois.

Fig. 43. Section transversale d'un faisceau libéro-ligneux de la tige maintenue enterrée. Cette coupe est faite à une hauteur correspondant à la coupe précédente. Mêmes lettres que dans la figure précédente.

Fig. 44. Aspect extérieur de la tige aérienne : *t*, tige ; *c*, cotylédon.

Fig. 45. Aspect extérieur de la tige maintenue enterrée. Mêmes lettres que la figure précédente.

Fig. 46 et 47. — *Mirabilis Jalapa.*

Les figures 46 et 47 sont comparables.

Fig. 46. Section transversale de la tige aérienne : *end*, endoderme; *l*, liber mou; *cg*, couche génératrice libéro-ligneuse; *b*, vaisseaux du bois.

Fig. 47. Section transversale de la tige maintenue souterraine. Mêmes lettres que dans la figure précédente.

Planche 5.

Fig. 48 à 56. — *Ricinus communis.*

Les figures 48, 49, 50 sont comparables, ainsi que 51 et 52, 53 et 54, 55 et 56.

Fig. 48. Section transversale d'un faisceau de la tige aérienne : *fl*, fibres libériennes; *l*, liber mou; *cg*, couche génératrice libéro-ligneuse; *b*, vaisseaux du bois; *jv*, vaisseaux du bois non encore lignifiés.

Fig. 49. Section transversale d'un faisceau de la tige maintenue enterrée : *end*, endoderme; *l*, liber mou; *b*, bois; *jv*, jeune vaisseau.

Fig. 50. Section transversale d'un faisceau de la tige développé à l'abri de la lumière et à l'air. Mêmes lettres que la figure précédente.

Fig. 51. Section longitudinale de l'écorce de la tige aérienne : *ep*, épiderme; *pc*, parenchyme cortical.

Fig. 52. Section longitudinale de l'écorce de la tige maintenue enterrée : *ep*, épiderme ; *pc*, parenchyme cortical.

Fig. 53. Section longitudinale du liber de la tige aérienne : *fl*, fibres libériennes; *pl*, parenchyme libérien ; *tc*, tubes criblés; *cg*, couche génératrice.

Fig. 54. Section longitudinale du liber de la tige maintenue sous le sol. Mêmes lettres que la figure précédente.

Fig. 55. Section longitudinale d'un faisceau du bois de la tige aérienne : *vs*, vaisseaux spiralés; *vr*, vaisseaux réticulés; *pl*, parenchyme ligneux; *jv*, jeune vaisseau bien formé avec ses ponctuations, mais non encore lignifié; *ve*, vaisseau tout à fait à l'état embryonnaire; le noyau existe encore, le protoplasma se groupe aux points où la membrane va s'épaissir; *cl*, cloison.

Fig. 56. Section longitudinale d'un faisceau du bois de la tige maintenue sous le sol; cette section est faite à une hauteur correspondant à celle à laquelle la coupe précédente a été faite. Mêmes lettres.

Fig. 57 à 60. — *Lychnis dioica.*

Fig. 57. Section transversale de la tige aérienne : *ep*, épiderme; *pc*, parenchyme cortical; *end*, endoderme; *f*, anneau fibreux; *col*, collenchyme interne existant entre les fibres et le liber mou et à la périphérie de la moelle; *l*, liber mou; *b*, bois.

Fig. 58. Section transversale des tissus périphériques d'une partie enterrée, mais peu profondément. Mêmes lettres que dans la figure précédente; *a*, cellules dont les parois ne se sont pas épaissies quoiqu'elles fassent partie de la couche de cellules qui, dans la coupe précédente, étaient tranformées en fibres ; *b*, cellules à parois épaissies, mais non lignifiées. Cette figure indique bien la dégradation de l'anneau fibreux précédent; *d*, cellules du collenchyme en voie de division.

Fig. 59. Section des tissus périphériques d'une partie plus enfoncée dans le sol. Mêmes lettres; *cs*, couche subéreuse. Le parenchyme cortical est envahi par la subérine.

Fig. 60. Section transversale d'une tige aérienne jeune montrant l'anneau fibreux non encore lignifié et surtout indiquant bien sa position par rapport à l'endoderme *end*, qui est, dans ce cas, amylifère.

PLANCHE 6.

Fig. 61 et 62. — *Sanicula europæa.*

Fig. 61. Section transversale de la tige aérienne : *ep*, épiderme; *col*, collenchyme cortical; *pc*, parenchyme cortical; *end*, endoderme, cette assise est en partie lignifiée; *f*, anneau de fibres reliant les faisceaux entre eux; *rm*, rayons médullaires dont les cellules externes sont transformées en fibres, dont les cellules plus internes sont simplement lignifiées; *l*, liber mou formant des îlots; *b*, vaisseaux du bois; *p*, parenchyme non lignifié à la pointe interne des faisceaux du bois entouré d'un arc de fibres médullaires.

Fig. 62. Section transversale des deux faisceaux libéro-ligneux de la partie souterraine de la tige. Mêmes lettres que la figure précédente; *pn*, parenchyme non lignifié entourant les vaisseaux du bois qui sont seuls lignifiés.

Fig. 63 à 66. — *Urtica dioica.*

Fig. 63. Aspect extérieur de la tige étudiée; la vieille tige émet un rameau qui sort du sol, rampe à la surface, et rentre sous terre un peu plus loin : *a*, partie jeune enterrée; de *b* à *c*, la tige rampe à la surface du sol; *d*, partie tout à fait enterrée; *k*, partie enterrée peu profondément; *vt*, vieille tige.

Fig. 64. Section transversale de la tige aérienne rampante, coupée à la hauteur du point *c* (voy. fig. 63) : *ep*, épiderme; *col*, collenchyme; *pc*, parenchyme cortical; *fl*, fibres libériennes; *l*, liber mou; *b*, vaisseaux du bois; le faisceau ligneux est en saillie sur l'arc de parenchyme ligneux *pl*, qui relie les faisceaux entre eux; *pn*, parenchyme non lignifié.

Fig. 65. Section transversale des tissus périphériques de la tige dès qu'on pénètre sous le sol au point *k* (voy. fig. 63). Mêmes lettres que précédemment; *cs*, couche subéreuse.

Fig. 66. Section transversale d'une partie souterraine plus âgée à la hauteur du point d'insertion sur la tige mère en *d* (fig. 63). La couche subéreuse *cs* est beaucoup plus développée; les fibres libériennes *fl* sont éparses; le tissu ligneux surtout a pris une grande importance; mêmes lettres que dans la figure 64.

Fig. 67 à 69. — *Anemone nemorosa.*

Fig. 67. Section transversale du pédoncule floral : *ep*, épiderme; *pc*, parenchyme cortical; *end*, endoderme légèrement lignifié; *fl*, fibres libériennes; *l*, liber mou; *b*, vaisseaux du bois.

Fig. 68. Section transversale d'une partie jeune du rhizome. Mêmes lettres que dans la figure précédente; *fc*, fibres corticales isolées.

Fig. 69. Section transversale d'un faisceau d'un rhizome plus âgé : *cs*, canal sécréteur; *end*, endoderme visible avec ses ponctuations; *col*, collenchyme qui entoure le faisceau et passe entre l'endoderme et le liber mou; *cg*, couche génératrice; *b*, vaisseaux entourés de parenchyme non lignifié.

Fig. 70 et 71. — *Thalictrum minus*.

Fig. 70. Section transversale de la tige aérienne : *ep*, épiderme; *pc*, parenchyme cortical; *af*, anneau de fibres à la périphérie des faisceaux libéroligneux disposés sur plusieurs cercles; l_1, liber mou des faisceaux les plus externes; b_1, vaisseaux ligneux du cercle externe de faisceaux; ces faisceaux ne présentent pas de parenchyme non lignifié à la pointe interne; l_2 et b_2, liber mou et vaisseaux du bois des faisceaux du second cercle; *p*, parenchyme non lignifié; *m*, moelle lignifiée.

Fig. 71. Tissus périphériques du commencement de la partie souterraine. Le parenchyme cortical a crû beaucoup par suite de la division d'un grand nombre de ses cellules *a*; l'anneau de fibres subsiste encore.

PLANCHE 7.

Fig. 72 et 73. — *Thalictrum minus* (suite).

Fig. 72. Suite du passage de la partie aérienne à la partie enterrée. Section transversale dans une région plus enfoncée dans le sol. Mêmes lettres; *cs*, couche subéreuse se substituant à l'anneau fibreux qui a disparu; *fl*, fibres libériennes.

ig. 73. Rhizome. Les fibres libériennes *fl* sont extrêmement réduites; *b*, vaisseau du bois; *f*, fibres très lignifiées existant à la périphérie de la moelle et entourant un parenchyme non lignifié *p*.

Fig. 74 et 75. — *Corydalis lutea*.

Fig. 74. Section transversale des tissus périphériques de la tige aérienne : *ep*, épiderme; *pc*, parenchyme cortical; *a*, anneau de cellules lignifiées; *f*, fibres isolées.

Fig. 75. Section transversale des tissus périphériques de la tige souterraine. Mêmes lettres que la coupe précédente; l'anneau de cellules lignifiées a disparu.

Fig. 76 et 78. — *Teucrium Scorodonia*.

Fig. 76. Section transversale de la moitié d'un faisceau existant à un des coins du corps central : *ep*, épiderme; *pc*, parenchyme cortical; *end*, endoderme; *ap*, cellules de l'assise en contact avec l'endoderme non encore transformée en fibres libériennes; *l*, liber mou; *b*, vaisseaux du bois; *p*, parenchyme non lignifié; *m*, cellules de la moelle lignifiées et transformées en fibres à sa périphérie.

Fig. 77. Section transversale d'une moitié de l'angle de la tige aérienne jeune. Mêmes lettres que précédemment; l'endoderme offre des ponctuations nettes, les fibres libériennes sont moins nombreuses ; *col*, collenchyme.

Fig. 78. Section transversale d'un coin d'une tige enterrée; le dessin est fait au même grossissement que la figure 76 auquel il est comparable. Mêmes lettres.

Fig. 79. — *Scrofularia nodosa*.

Fig. 79. Aspect extérieur des tubercules de cette plante existant à la base de la tige aérienne : *vt*, vieille tige; *t*, tubercule vieux; *jt*, jeunes tubercules; *ta*, tige aérienne jeune.

Fig. 80 et 81. — *Anchusa italica*.

Fig. 80. Section transversale de la tige aérienne : *ep*, épiderme; *col*, collenchyme; *pc*, parenchyme cortical; *end*, endoderme; *l*, liber un peu collenchymateux; *b*, vaisseau du bois, l'ensemble du tissu ligneux forme un anneau autour de la tige moelle *m*; *p*, parenchyme non lignifié.

Fig. 81. Section transversale d'une partie d'un faisceau de la base souterraine de la tige : *l*, liber formé de cellules empilées les unes derrière les autres en files radiales; *cg*, couche génératrice libéro-ligneuse; *b*, vaisseaux du bois entourés d'un peu de parenchyme ligneux; *pn*, parenchyme non lignifié des faisceaux; *rm*, rayons médullaires.

PLANCHE 8.

Fig. 82 et 83. — *Calystegia sepium*.

Fig. 82. Section transversale de la tige aérienne : *ep*, épiderme dont les cellules se prolongent en papilles; *pc*, parenchyme cortical formé à l'extérieur de petites cellules et à l'intérieur de grandes; *end*, endoderme; *le*, liber externe; *b*, anneau ligneux; *li*, liber interne ; *m*, moelle.

Fig. 83. Section transversale du rhizome. Mêmes lettres que dans la figure précédente.

Fig. 84. — *Galium Mollugo*.

Fig. 84. Aspect extérieur de la partie souterraine de cette plante : *ta*, jeunes tiges aériennes ; *ps*, partie souterraine.

Fig. 85 et 86. — *Achillea Millefolium*.

Fig. 85. Section transversale de tige aérienne : *ep*, épiderme; *col*, tissu collenchymateux ; *pc*, parenchyme cortical; *end*, endoderme; *af*, fibres de soutien; *l*, liber mou; l_1, en ce point ce dernier tissu a presque complètement disparu; *b*, vaisseaux du bois; *p*, parenchyme non lignifié; *f*, fibres médullaires; *m*, moelle lignifiée.

Fig. 86. Section transversale d'une jeune tige souterraine. Mêmes lettres que dans la figure précédente; *cs*, couche subéreuse; *cr*, canal sécréteur.

avec ses sporanges groupés en synangium et partiellement soudés, appartenait positivement à la famille des Marattiacées. Quelques années plus tard, M. B. Renault signalait dans ce recueil même (1) un type nouveau, qu'il désignait sous le nom de *Botryopteris*, et qui dénote l'existence, à l'époque houillère, de formes très différentes de tout ce que nous connaissons aujourd'hui. En 1877, dans son travail sur la flore carbonifère du bassin de la Loire, M. Grand'Eury (2), contrôlant les observations faites sur les empreintes par l'étude d'échantillons à structure conservée, recueillis dans les magmas quartzeux de Grand'Croix et d'Autun, fixait la place dans les Marattiacées de la plus grande partie des *Pecopteris*, rapprochés jadis des Cyathéacées d'après le mode de découpure de leurs frondes. Enfin, dans sa troisième année de cours, M. B. Renault (3) vient de donner des détails complets sur les fructifications d'un nombre considérable de *Pecopteris* appartenant à la famille des Marattiacées et portant des groupes de sporanges le plus souvent soudés en synangium, quelquefois indépendants (*Pecopteris exigua*); il a fait connaître, en outre, plusieurs types nouveaux (*Scaphidopteris*, *Sarcopteris*, *Pecopteris intermedia*, etc.) dont il serait difficile, quant à présent, de fixer la place naturelle.

Malheureusement on ne connaît de dépôts de quartz d'eau douce que dans le terrain houiller supérieur, à l'époque duquel ils paraissent avoir joué un rôle assez important (Autun, Saint-Étienne, Chemnitz en Saxe, etc.) et dans le terrain houiller inférieur (Roannais); mais il ne semble pas qu'il en existe dans le terrain houiller moyen, et si l'on a trouvé à ce niveau, en Angleterre et en Allemagne, des tiges transformées en carbonate de fer ou en chaux carbonatée et ayant conservé leur structure, on n'y a signalé jusqu'ici aucun échantillon de Fougère se prêtant à une étude anatomique. Il n'est guère permis d'espérer qu'on découvre un jour dans cet étage

(1) *Annales des Sciences naturelles*, 6e série, *Bot.*, t. I, p. 220.
(2) *Flore carbonifère du département de la Loire*, p. 67.
(3) *Cours de botanique fossile*, 3e année, p. 108 et suivantes.

des formations quartzeuses semblables à celles du centre de la France, car les travaux de mines ayant pour but l'exploitation des couches de charbon en auraient décelé sans doute depuis longtemps l'existence.

Il ne faut donc compter que sur les empreintes pour l'étude des Fougères du terrain houiller moyen, et les frondes fertiles y sont justement d'une rareté excessive : il semble que les groupes qui étaient le plus développés à cette époque, les Sphénoptéridées et les Névroptéridées, aient fructifié beaucoup moins abondamment que les Pécoptéridées, par exemple, qui ont laissé dans les schistes houillers du centre de la France de nombreuses pennes chargées de sporanges coriaces souvent à peine déformés. Cependant j'ai pu trouver, parmi une grande quantité d'échantillons du terrain houiller moyen, envoyés dans ces dernières années à l'École des mines par les ingénieurs de diverses houillères du nord de la France, un certain nombre de pennes fructifiées en assez bon état de conservation. Sur quelques-unes d'entre elles, les sporanges eux-mêmes, bien que transformés en charbon, avaient, grâce à la finesse de la roche schisteuse, conservé tous les traits extérieurs de leur organisation et montraient assez nettement le réseau cellulaire de leurs parois pour que j'aie pu les étudier d'une façon à peu près complète. Les uns se sont montrés constitués par des cellules toutes semblables les unes aux autres, comme il arrive pour les sporanges des Marattiacées; d'autres m'ont offert un anneau ou une bande élastique parfaitement caractérisé, présentant parfois la ressemblance la plus parfaite avec les sporanges annelés de certaines Fougères vivantes. Je vais passer en revue successivement les divers types que j'ai ainsi pu étudier, en commençant par ceux dont les sporanges sont dépourvus d'anneau, et qui viennent, par ce caractère, se ranger dans la famille des Marattiacées.

SPORANGES SANS ANNEAU. — MARATTIACÉES.

GENRE *Crossotheca*. — On trouve assez fréquemment, dans les couches les plus élevées du bassin houiller du Pas-de-Calais, particulièrement à Lens et à Bully-Grenay, une Fougère à limbe profondément découpé, qui, par les caractères de ses frondes stériles, appartient au groupe des Sphénoptéridées. Les frondes (ou peut-être les pennes primaires) sont tripinnées et même quadripinnées dans certaines parties, les segments de troisième ordre, d'ordinaire simplement plurilobés (pl. 9, fig. 3, 4, 5), se divisant à leur tour, à la base des pennes les plus basses, par des échancrures profondes en pinnules elles-mêmes lobulées (pl. 9, fig. 1, 2). Les pennes primaires sont alternes sur le rachis ou subopposées, légèrement obliques, espacées de 20 à 25 millimètres, et présentent un contour ovale lancéolé. Elles sont constituées par des pennes secondaires, distantes de 5 à 10 millimètres, qui portent les segments de troisième ordre, pinnatifides ou parfois pinnés. Ces segments, écartés de 2 à 5 millimètres, partent obliquement du rachis, et leur longueur varie de 2 à 10 millimètres. Les plus courts, placés au sommet des pennes, sont entiers ou tout au plus trilobés; ceux de la région moyenne sont divisés en 5 à 7 lobes obtus, décurrents (pl. 9, fig. 4); ceux de la base des pennes offrent de 9 à 11 lobes, un peu rétrécis en coin vers l'insertion, également décurrents, et dont les plus inférieurs sont également trilobés (fig. 5); enfin, comme je l'ai dit, dans les parties les plus divisées de la fronde, les segments de troisième ordre sont eux-mêmes pinnés et garnis de pinnules à contour ondulé (fig. 1, 2). Les rachis sont très épais, et le limbe paraît avoir eu une consistance coriace, car la nervation est le plus souvent à peu près indiscernable. Cependant, sur quelques échantillons mieux conservés, on distingue des nervules une ou deux fois bifurquées, qui partent de la nervure principale de chaque lobe et aboutissent à ses bords (fig. 2). Cette espèce n'a, je crois, pas encore été décrite.

Sur un grand échantillon, recueilli dans les mines de Lens, on voit à la fois, sur le même rachis, des pennes stériles et des pennes fertiles; certaines pennes sont même fertiles d'un côté et stériles de l'autre (fig. 3); les segments de troisième ordre, au nombre de quinze à vingt sur chaque penne secondaire, sont remplacés, dans les portions fructifiées, par cinq à sept expansions ovales, légèrement pédicellées, sur le contour desquelles pendent ou s'étalent de nombreux sporanges effilés, chaque segment fertile offrant ainsi l'apparence d'une épaulette garnie de ses franges (fig. 8). Ces sporanges mesurent environ $1^{mm},5$ de longueur sur $0^{mm},3$ de largeur; on distingue à leur surface un réseau de cellules toutes semblables (fig. 9), comme sur les sporanges, de forme analogue, mais beaucoup plus grands, du *Pecopteris polymorpha*. Ces sporanges sont si étroitement pressés les uns contre les autres qu'il est très difficile de juger s'ils sont indépendants ou si, au contraire, ils sont partiellement soudés comme ceux de l'espèce que je viens de citer; je crois cependant qu'ils sont légèrement soudés à la base, car je les ai vus, sur quelques pinnules mieux conservées, s'attacher par petits groupes à l'extrémité de nervules partant d'un renflement du pédicelle, qui se termine en massue au centre du segment fertile, ainsi que le montrent les figures 6 et 7.

Je désignerai cette espèce sous le nom de *Crossotheca Crepini*, M. L. Crépin, ingénieur divisionnaire aux mines de Bully-Grenay, m'en ayant envoyé plusieurs échantillons, et M. F. Crépin, directeur du Jardin botanique de l'État, à Bruxelles, m'en ayant, plus tard, adressé aussi quelques spécimens, sous forme de pennes fertiles recueillies par lui dans les houillères du Levant du Flénu près Mons.

Quant au genre *Crossotheca*, que je dois créer pour cette Fougère, faute de pouvoir la classer dans aucun genre connu, il serait caractérisé par la disposition particulière des sporanges, pendant, sous forme de frange (1), au bord des seg-

(1) Κροσσος, frange.

ments fertiles, ainsi que par le dimorphisme des pennes, suivant qu'elles sont stériles ou fructifiées, le limbe étant, dans ces dernières, considérablement réduit et la forme en étant profondément modifiée.

Parmi les très nombreuses espèces du groupe des Sphénoptéridées, je n'en connais qu'une qui paraisse un peu étroitement alliée à celle-ci, c'est le *Thyrsopteris schistorum* Stur, du culm de Moravie (1) : les pennes stériles ont une grande analogie et les pennes fertiles se ressemblent aussi beaucoup; peut-être les corps arrondis, brièvement pédicellés, figurés par M. Stur, sont-ils des pinnules fertiles de *Crossotheca*, démunies de leur frange de sporanges, plutôt que des involucres cupuliformes de *Thyrsopteris*. La question ne pourra être tranchée que par la découverte d'échantillons plus complets de l'espèce du culm présentant encore leurs sporanges.

Genre *Calymmatotheca* Stur *em.* (2). — M. Stur a réuni, sous ce nom générique, des pennes fertiles de Fougères dans lesquelles les dernières ramifications du rachis portent à leurs extrémités six à dix petits corps effilés en pointe, tantôt étalés en étoile, tantôt rabattus les uns contre les autres; il les a considérés comme représentant un indusium (ou plutôt un involucre) qui aurait enveloppé complètement les sores et se serait déchiré à la maturité en lanières régulières rayonnant à partir du point d'attache.

J'ai trouvé, parmi des empreintes provenant des houillères de Dourges (Pas-de-Calais), une penne fructifiée qui appartient certainement au même type que celles qu'a figurées M. Stur, et qui paraît se rapporter spécifiquement au *Sorocladus asteroides* Lesq. (3). Les dernières ramifications du rachis

(1) Stur, *Culm-Flora* (*Abhandl. d. k. k. Geol. Reichsanstalt*, t. VIII), p. 19, pl. X, fig. 1, 2.

(2) *Calymmotheca*. Stur, *Culm.-Flora*, p. 255. Ce nom étant tiré du mot grec καλυμμα, ατος, doit être rectifié conformément aux règles de la formation des mots composés de langue grecque. C'est ainsi, par exemple, qu'on dit *Lomatopteris*, *Stemmatopteris*, et non *Lomopteris*, *Stemmopteris*.

(3) Lesquereux, *Coal Flora of Pennsylvania*, p. 628, pl. XLVIII, fig. 9-9 *b*.

portent chacune un groupe de six organes effilés, disposés en étoile autour d'un petit réceptacle orbiculaire, ainsi que le montre la figure 10, pl. 9, qui représente une portion légèrement grossie de l'empreinte dont je parle. L'examen de ces organes, qui sont transformés en une lame charbonneuse assez épaisse, montre positivement que, comme l'ont indiqué M. Lesquereux et M. B. Renault (1), ils représentent des sporanges et non pas les débris d'un involucre membraneux. Ces sporanges, qui paraissent avoir été de consistance coriace, se montrent constitués par des cellules allongées dans le sens longitudinal, et toutes semblables (fig. 11) : ils ressemblent beaucoup à ceux du *Crossotheca Crepini*, mais avec des dimensions un peu plus grandes, car leur longueur varie de 1^{mm},8 à 2 millimètres, sur une largeur d'environ 0^{mm},5. Il me paraît évident, d'après cette constitution des sporanges, que le genre *Calymmatotheca* doit être, comme le genre *Crossotheca*, rangé parmi les Marattiacées. Ces deux genres diffèrent l'un de l'autre en ce que, dans le premier, le limbe a complètement disparu, et que les sporanges, au nombre de six à dix seulement dans chaque groupe, sont complètement indépendants les uns des autres, du moins à la maturité, et s'attachent directement sur un réceptacle commun. Dans le second, les sporanges, beaucoup plus nombreux, pendent par groupes, et probablement soudés partiellement entre eux, à l'extrémité des nervures des pinnules fertiles ; celles-ci sont, il est vrai, de dimensions très réduites, mais le limbe n'en est pas nul comme dans les *Calymmatotheca*.

M. Stur fait rentrer dans ce genre un certain nombre de *Sphenopteris*, identifiant, sous le nom de *Calymmatotheca Stangeri*, des pennes fertiles et des pennes stériles indépendantes les unes des autres, mais dont les rachis très écailleux ont, en effet, une grande ressemblance. L'espèce que j'ai observée à Dourges ne présente, dans son rachis ni dans son mode de ramification, aucun caractère distinctif qui permette de préjuger à quelle forme stérile elle a pu appartenir.

(1) *Cours de Botanique fossile*, 3ᵉ année, p. 198.

GENRE *Dactylotheca.* — J'ai signalé, il y a quelques années, mais sans en donner de figure, le mode de fructification du *Pecopteris dentata* BRONGT (1), qui m'a paru constituer un type nouveau dans la famille des Marattiacées. J'ai, depuis lors, retrouvé plusieurs échantillons fertiles de cette espèce, tant dans le terrain houiller du nord de la France que dans le bassin de Sarrebrück. Les figures grossies 12 à 15 de la planche 9 montrent comment sont disposés et constitués les sporanges de cette Fougère : ils paraissent appliqués sur les ramifications des nervures secondaires et sont complètement indépendants les uns des autres. Ils ont $0^{mm},50$ à $0^{mm},75$ de longueur, sur une largeur de $0^{mm},20$ à $0^{mm},25$, et sont effilés en pointe du côté qui regarde le bord externe de la pinnule ; leur paroi est constituée par des cellules allongées, qui forment un réseau tout à fait semblable à celui que présentent les sporanges d'*Angiopteris evecta.* Il est à peu près certain qu'ils s'ouvraient en long à la maturité, car on distingue, sur les échantillons les mieux conservés, une bande longitudinale composée de cellules plus étroites, suivant laquelle devait avoir lieu la déhiscence (fig. 15).

Le nombre des sporanges sur une même pinnule varie de quinze à trente suivant les portions de la fronde qu'on examine, dépendant naturellement de la fréquence des ramifications des nervures secondaires qui se rendent dans les lobes. A la base des pennes fertiles, les pinnules sont garnies de sporanges sur toute leur hauteur; plus loin, elles ne sont qu'incomplètement fructifiées ; enfin les extrémités des pennes paraissent être habituellement stériles.

J'ai cru devoir créer un nom nouveau pour ce type de fructification, qui ne peut être rapporté à aucun des genres actuellement existants ; le nom que j'ai choisi rappelle la disposition des sporanges, étalés, surtout sur les lobes inférieurs, à peu près comme les doigts de la main.

(1) *Explication de la carte géologique de la France*, t. IV, 2e partie. *Végétaux fossiles du terrain houiller*, p. 87.

Je dois seulement faire remarquer que M. Stur (1) place le *Pecopteris dentata* dans le genre *Senftenbergia* de Corda, qui, d'après ses observations, aurait des sporanges de Marattiacées, rangés de part et d'autre de la nervure médiane de chaque pinnule, disposition semblable, ou analogue tout au moins, à celle que je viens d'indiquer : les sporanges qu'il a figurés sous ce nom générique sont ovales et ressemblent par leur forme à ceux des *Angiopteris*, mais cette différence de forme ne suffirait pas évidemment à légitimer la création d'un genre nouveau pour le *Pecopteris dentata*. Aussi aurais-je également rangé l'espèce dont je viens de parler dans le genre *Senftenbergia*, si je n'avais constaté positivement que ce genre présente bien, comme l'a indiqué Corda, des sporanges munis à leur sommet d'une calotte rappelant celle des Schizéacées, mais constituée par plusieurs assises de cellules. J'y reviendrai, du reste, plus loin, avec quelques détails.

GENRE *Renaultia*. — Parmi les *Sphenopteris*, si rarement fructifiés en général, il est un groupe dont on rencontre plus fréquemment des pennes fertiles : ce sont les *Sphenopteris* pécoptéroïdes ou *Sphenopteris-Dicksonioides* de Schimper, représentés dans le terrain houiller supérieur par un grand nombre de formes assez difficiles à bien délimiter. M. Grand'Eury a reconnu sur l'une d'elles, voisine, mais distincte pourtant, du *Sph. chærophylloides* BRONGT (sp.), des sporanges isolés disposés à peu près comme ceux des *Mohria*, mais sans anneau élastique (2). M. B. Renault, plus récemment, a observé le même mode de fructification chez le *Sph. gracilis* BRONGT (3).

Je l'ai constaté également sur un échantillon de *Sph. chærophylloides* du Levant du Flénu : les sporanges y sont placés à l'extrémité des nervures secondaires de chaque lobe (fig. 16, pl. 9); ils affectent une forme ovoïde, longs de 0^{mm},35 sur

(1) *Culm-Flora*, p. 298.

(2) *Flore carbonifère du département de la Loire*, p. 60, pl. VII, fig. 1, 1 *a*, 1 *b*.

(3) *Cours de Botanique fossile*, 3e année, p. 190, pl. 33, fig. 3, 4.

$0^{mm},18$ à $0^{mm},20$ de largeur. Leur paroi est constituée par des cellules allongées dans le sens longitudinal, sauf au sommet, où l'on distingue quelques cellules de forme très légèrement différente, mais non différenciées comme épaisseur des parois (fig. 17), de sorte qu'il ne peut être question, ce me semble, d'un rapprochement avec les Osmondacées. Ces sporanges ont, en somme, la plus grande ressemblance avec ceux des *Angiopteris*, mais ils sont isolés au lieu d'être groupés, et ce type me paraît devoir constituer un genre à part dans la famille des Marattiacées, si richement représentée à l'époque houillère.

Il faut sans doute rapprocher de ce type le *Sphenopteris microcarpa* Lesq., dont M. R. Kidston a fait connaître les fructifications (1) ; mais ici les sporanges sont tantôt isolés, tantôt groupés par deux ou trois au sommet des nervures.

Genre *Myriotheca.* — Je dois signaler enfin un très petit fragment fertile de Fougère, que je dois à l'obligeance de M. Desailly, ingénieur divisionnaire aux mines de Liévin. Il est représenté en vraie grandeur figure 18, planche 9. Les pinnules sont entières, à bord un peu sinueux ; celles de la base des pennes tendent à se diviser en trois lobes obtus ; elles sont très légèrement contractées à la base et rappellent, avec des dimensions moindres, celles du *Sphenopteris nevropteroides* Boulay (sp.) (2). Il est impossible d'en voir la nervation, car leur face inférieure, que présente l'échantillon, est absolument couverte de sporanges disposés sans ordre apparent et serrés étroitement les uns contre les autres (fig. 19). On croirait, au premier coup d'œil, avoir sous les yeux une Acrostichée, mais l'examen microscopique montre des sporanges absolument dépourvus d'anneau et offrant la plus grande ressemblance avec ceux des *Renaultia*, dont je viens de parler, ou des *Angiopteris*. Ces sporanges sont ovoïdes et mesurent environ $0^{mm},35$ de

(1) *Proceedings of the Royal physical Soc. Edinburgh*, t. VII, pl. fig. 7-14.

(2) Boulay, *Thèse de géologie. Le terrain houiller du nord de la France*, p. 32, pl. II, fig. 6, 6 *bis* (*Pecopteris neuropteroides*).

longueur sur $0^{mm},25$ de largeur. Ils paraissent attachés par une base assez large et sont, du reste, tout à fait indépendants les uns des autres. Sur plusieurs d'entre eux on remarque une bande de cellules légèrement rétrécies, et quelques-uns sont ouverts en long suivant une ligne dont la position correspond précisément à cette bande (fig. 20).

Faute de pouvoir rapporter cette forme aux pennes stériles dont elle dépendait, je la désignerai sous le nom de *Myriotheca Desaillyi*, ce type de fructification constituant évidemment un genre nouveau dans la famille des Marattiacées.

Ces quelques observations confirment ce qu'on savait déjà de l'abondance des Marattiacées à l'époque houillère. Le mode de division des pennes stériles de ces Fougères variait dans les limites les plus étendues, les unes appartenant aux Pécoptéridées, d'autres aux Sphénoptéridées, et les Névroptéridées paraissant également, par la constitution anatomique de leurs pétioles, rentrer dans la même famille. Le mode de groupement des sporanges était aussi des plus variables, puisque, à côté des *Pecopteris* à sporanges soudés en synangium plus ou moins analogues à ceux des *Kaulfussia*, on vient de voir des sporanges de Marattiacées couvrant la face inférieure des pinnules comme ceux des *Acrostichum*, isolés sur le bord du limbe au bout des nervures comme ceux des *Mohria*, ou constituant des panicules dépourvues ou presque dépourvues de limbe foliaire comme celles des *Osmunda*, des *Aneimia* ou des *Thyrsopteris*. Il est donc impossible, en l'absence de sporanges bien conservés, de préjuger, par la constitution des frondes stériles, ni même par la position et la forme des sores, à quelle place il faut ranger telle ou telle Fougère fossile dans la classification en vigueur pour les espèces vivantes.

Cependant ces caractères ne sont pas toujours en défaut, et l'on verra plus loin que certains *Sphenopteris*, rapprochés, d'après l'aspect général de leurs frondes, de la famille des Hyménophyllées, doivent, par leur mode de fructification, lui être rapportés définitivement.

SPORANGES ANNELÉS.

GENRE *Senftenbergia* CORDA. — J'ai annoncé, en parlant du *Pecopteris dentata*, que je reviendrais avec plus de détail sur la constitution des sporanges des *Senftenbergia*, pour montrer que ce genre ne peut être rattaché à la famille des Marattiacées. Le Muséum d'histoire naturelle possède plusieurs échantillons de *Senftenbergia elegans* CORDA, provenant, d'après leur étiquette, des houillères de Radnitz en Bohême, et signalés par M. Brongniart dans son *Tableau des genres de végétaux fossiles* (1). M. B. Renault a constaté, sur ces échantillons, dont l'un surtout est admirablement conservé, la parfaite exactitude de la description et des dessins de Corda (2); je dois à son obligeance habituelle d'avoir pu les étudier de près, et je crois utile de donner ici quelques dessins pour établir la réalité des caractères indiqués par l'auteur de ce genre.

Les sporanges, groupés au nombre de cinq à neuf le long de la nervure médiane de chaque pinnule (pl. 10, fig. 1), ont une forme ovoïde et sont fixés sur la pinnule par leur extrémité la plus large, tournant par conséquent leur pointe en l'air. Ils mesurent de $0^{mm},85$ à $0^{mm},95$ de longueur sur un diamètre de $0^{mm},6$ à $0^{mm},7$ au point le plus large. Dans la région inférieure, qui paraît avoir eu une paroi assez mince, la conservation laisse souvent à désirer, et l'on ne distingue pas, le plus ordinairement, le réseau cellulaire; sur quelques sporanges, cependant, on voit, dans cette partie, des cellules polygonales à peu près aussi larges que hautes (fig. 3, 4). Cette portion inférieure des sporanges présente assez fréquemment des plis circulaires plus ou moins nombreux résultant de leur écrasement. Mais la région supérieure, formée de cellules à parois plus épaisses, allongées dans le sens longitudinal, a beaucoup mieux résisté à la compression et paraît n'avoir subi qu'une déformation insensible. On voit souvent, alors que la

(1) *Dictionnaire universel d'histoire naturelle* de d'Orbigny, t. XIII, p. 78.
(2) *Cours de Botanique fossile*, 3e année, p. 85.

base du sporange est complètement aplatie, cette sorte de calotte se dresser en cône saillant, accusant ainsi une différence bien marquée dans la constitution de ces deux régions (fig. 4, 5). Les cellules qui forment cette calotte n'ont pas toujours la régularité parfaite qu'indiquent les dessins de Corda (1); cependant quelques sporanges présentent trois ou quatre assises extrêmement régulières (fig. 2); le nombre de ces assises est, du reste, assez variable : tantôt on n'en compte que deux ou trois séries, tantôt le nombre des séries est de quatre ou même de cinq.

La déhiscence se faisait en long, suivant l'un des méridiens, comme chez les Schizéacées, avec lesquelles le *Senftenbergia elegans*, avec sa calotte apicale, a en effet de grandes affinités; mais elle devait être déterminée par la présence d'une bande de cellules beaucoup plus étroites qui s'étendait, à ce qu'il semble, sur toute la hauteur du sporange (fig. 3 et 4). Cette bande, bien plus marquée que celle qu'on observe sur les sporanges du *Dactylotheca dentata* ou du *Myriotheca Desaillyi*, était placée sur le côté externe du sporange, à l'opposé de la nervure médiane de la pinnule.

M. Stur en a, du reste, signalé l'existence, et la différence qui existe entre son dessin (2) et ceux de Corda me paraît facile à expliquer par un défaut de conservation. Sur certaines parties moins bien conservées des échantillons du Muséum d'histoire naturelle, on constate, en effet, que la calotte du sporange est seule visible : la partie inférieure, moins résistante, a complètement disparu, ou reste engagée dans la roche; il semble alors qu'on ait sous les yeux des sporanges coriaces, semblables à ceux des Marattiacées, munis seulement d'une mince bande longitudinale de cellules plus étroites. C'est ce que montre la figure 30 de la *Culm-Flora*, avec laquelle la figure 4, planche 10, concorderait parfaitement si l'on n'y laissait subsister que la calotte apicale : les dimensions de celle-ci, mesurées sur les sporanges où elle est vue en

(1) *Beiträge zur Flora der Vorwelt*, p. LVII, fig. 2 à 5.
(2) *Culm-Flora*, p. 297, fig. 30.

dessus, comme figures 4 et 5, par exemple, sont précisément celles qu'indique M. Stur, d'environ 0mm,6 sur 0mm,5. Les sporanges complets sont notablement plus gros, et les dimensions données par M. Stur ne pourraient leur convenir, tandis qu'elles s'appliquent exactement à leur coiffe.

GENRE *Oligocarpia* GŒPPERT. — J'ai observé, parmi les empreintes recueillies dans les houillères du Pas-de-Calais, à Liévin, à Lens, à Bully-Grenay, un *Sphenopteris* qui semble avoir été assez répandu et qui me paraît identique au *Sph. formosa* GUTB. La figure 6, planche 10, en représente une pinnule grossie. Sur les échantillons qui offrent une portion assez étendue de la fronde, on constate la présence sur le rachis, à l'insertion des pennes bipinnées, de folioles de forme particulière, divisées en lanières plusieurs fois dichotomes (pl. 10, fig. 12). D'après M. Stur (1) ces folioles adventives, autrefois considérées comme des végétations parasites et rangées dans le genre *Aphelbia* PRESL, constitueraient un des caractères essentiels du genre *Oligocarpia* et représenteraient des formations stipulaires analogues à celles qu'on observe à la base des pétioles des Marattiacées vivantes.

Souvent, surtout vers leur extrémité, les pennes de *Sphenopteris formosa* se montrent chargées de fructifications, placées au sommet des lobes, à l'extrémité des nervures, sur des pinnules dont le limbe est à peine contracté et qui ne diffèrent guère des pinnules stériles que parce que les lobes n'en sont pas dentelés (pl. 10, fig. 7). Ces fructifications sont composées d'un nombre variable de sporanges piriformes, attachés par leur bout le plus étroit à l'extrémité de la nervure ; le plus souvent on n'en compte que cinq ou six, étalés sur le limbe et rayonnant autour de leur point d'attache (fig. 8, 9) ; lorsque le nombre en est plus considérable, les autres sont dressés au milieu, formant ainsi un sore de forme générale hémisphérique (fig. 11).

(1) *Culm-Flora*, p. 301.

Cette disposition est exactement celle que Gœppert a indiquée dans son *Oligocarpia Gutbieri* (1), avec cette différence que, dans cette espèce, les sores paraissent n'être jamais formés de plus de quatre ou cinq sporanges, toujours étalés sur le limbe ; en outre, la forme des pinnules est très différente et les sores ne sont pas marginaux ; cependant ils occupent également l'extrémité des nervures fertiles, qui s'arrêtent un peu avant d'atteindre le bord des lobes. Je crois donc qu'on peut rapporter ces deux espèces au même genre ; je reviendrai, du reste, tout à l'heure, sur les fructifications de l'*Oligocarpia Gutbieri*.

Les sporanges de l'*Oligocarpia formosa* mesurent de $0^{mm},30$ à $0^{mm},35$, suivant leur grand axe, sur une largeur de $0^{mm},16$ à $0^{mm},20$. Ceux qui sont étalés sur le limbe présentent sur leur contour, du côté opposé au point d'attache, des cellules sensiblement plus grandes que les autres, qui indiquent l'existence d'un anneau (fig. 8, 9, 10). Sur les sporanges dressés, dans les sores plus fournis, on distingue de même, sur tout leur contour apparent, des cellules plus grandes à cloisons rayonnant autour du sommet, qui forment un anneau transversal complet ; le sommet du sporange est occupé par des cellules plus petites, disposées irrégulièrement (fig. 11). Les parois de ces grandes cellules ne paraissent pas, du reste, beaucoup plus épaisses que celles des cellules plus petites qui constituent le reste de la surface du sporange, mais la différenciation, comme dimensions, est incontestable. On a positivement affaire ici à des sporanges annelés, et j'ai dû chercher de quel groupe vivant ils pouvaient être rapprochés.

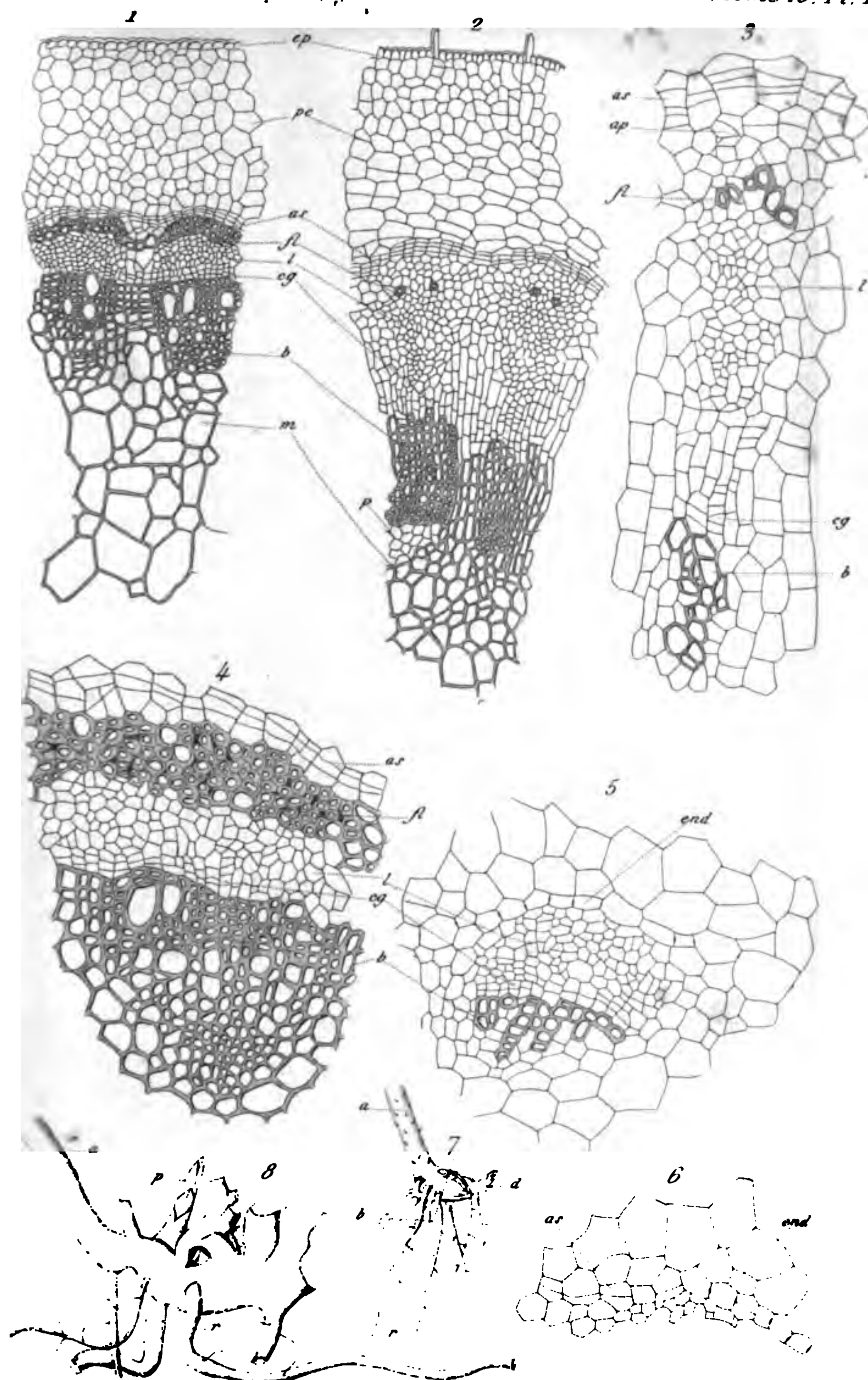
La disposition des sporanges et leur petit nombre faisaient penser tout naturellement aux Gleichéniacées, et j'ai trouvé, en effet, dans cette famille, des sores et des sporanges constitués d'une façon à peu près identique. Certains *Mertensia*, comme, par exemple, le *M. pubescens* Willd., ont des sporanges en forme de toupie, munis d'un anneau élastique renflé

(1) *Genres des plantes fossiles*, liv. 1-2, p. 3, pl. IV, fig. 1-2.

en bourrelet, très nettement accentué et exactement perpendiculaire à leur axe; mais d'autres, comme le *M. glaucescens* Willd., le *M. dichotoma* Willd., le *M. Sieberi* Presl, figuré par Corda (1), ont des sporanges piriformes, munis d'un anneau transversal, oblique sur leur axe, et dont les cellules ne diffèrent guère des autres que par leurs dimensions, leurs parois semblant à peine épaissies. Je figure, pl. 10, fig. 16 à 21, des sores et des sporanges du *M. dichotoma* Willd., espèce à laquelle Hooker réunit du reste le *M. Sieberi* que Presl en avait séparé : le sommet des sporanges étant tourné contre le limbe, on n'aperçoit, en regardant les sores, qu'une faible partie de l'anneau, et les sporanges ainsi vus en dessus (fig. 19) présentent la plus frappante ressemblance avec ceux de l'*Oligocarpia formosa* (fig. 10) ; le nombre des sporanges dans chaque sore varie, en moyenne, de 5 à 12 ; dans les sores les moins fournis, tous les sporanges sont étalés à plat sur le limbe (fig. 17) ; dans les autres, un certain nombre sont dressés et montrent d'ordinaire la tranche de l'anneau, qu'on pourrait alors croire longitudinal ; mais quelques-uns se présentent, comme on le voit sur la figure 16, avec l'anneau partiellement visible sur tout leur pourtour, identiquement comme on l'observe sur les sporanges dressés de l'*Oligocarpia formosa* (fig. 11). La constitution des sporanges, leur mode de groupement sont, on le voit, absolument semblables, et je crois qu'on peut sans hésitation ranger cette espèce fossile parmi les Gleichéniacées.

La présence, à la base des pennes, de ces folioles adventives divisées en minces lanières (*Aphlebia*) dont j'ai parlé, n'a du reste rien d'incompatible avec cette attribution. Schimper a déjà fait remarquer que ces *Aphlebia* avaient beaucoup moins d'analogie avec les formations stipulaires des Marattiacées qu'avec les folioles ou pennes adventives divisées en lanières capillaires qu'on rencontre à la base des pétioles de certaines Cyathéacées, comme l'*Hemitelia capensis* Br. (2) ; mais dans

(1) *Beiträge zur Flora der Vorwelt*, pl. LVII, fig. 12 à 14.
(2) Schimper, *Handbuch der Palæontologie*, t. II, p. 144, fig. 113.

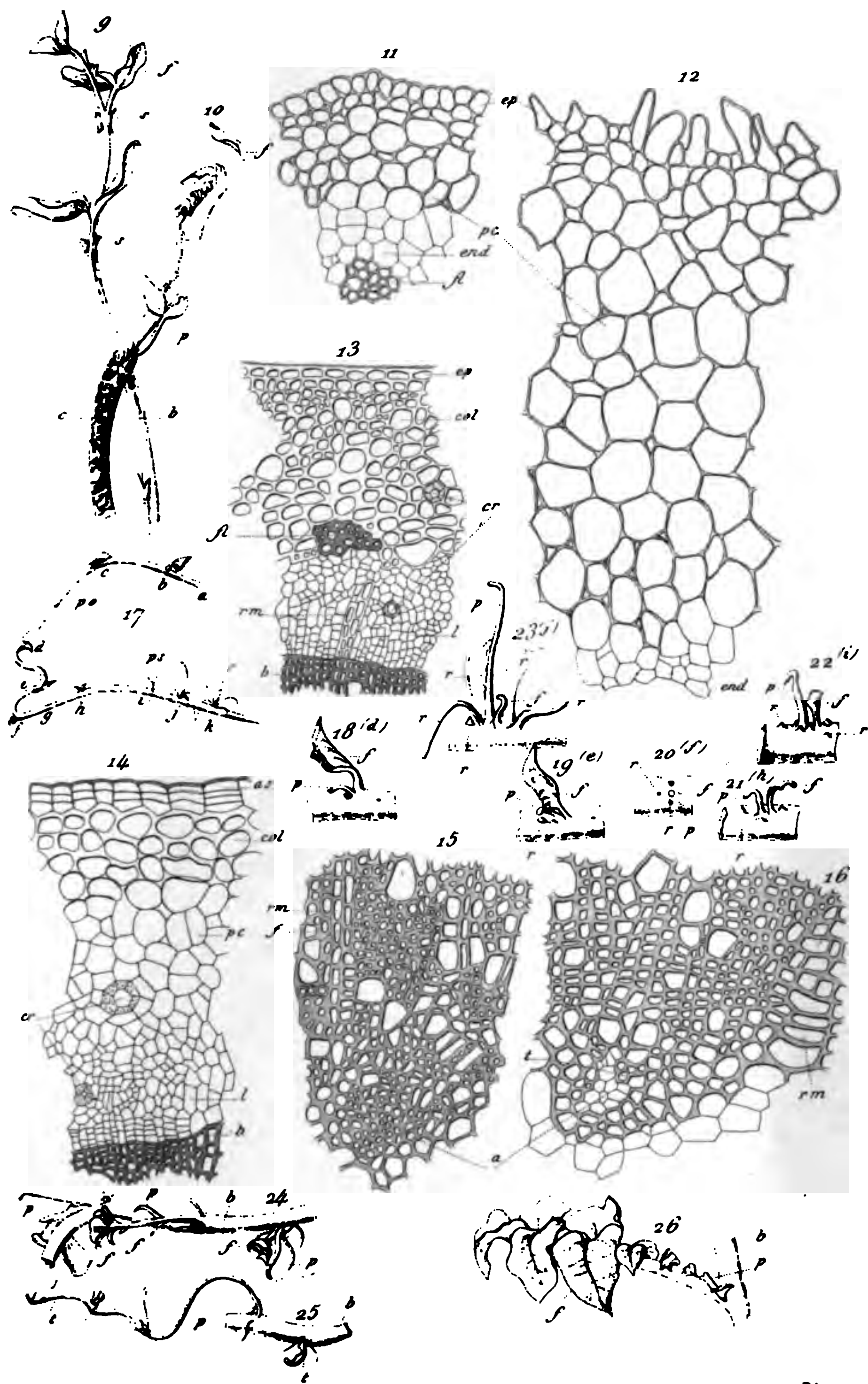


tantin del.

Pierre sc

Enracinement de la Ronce.

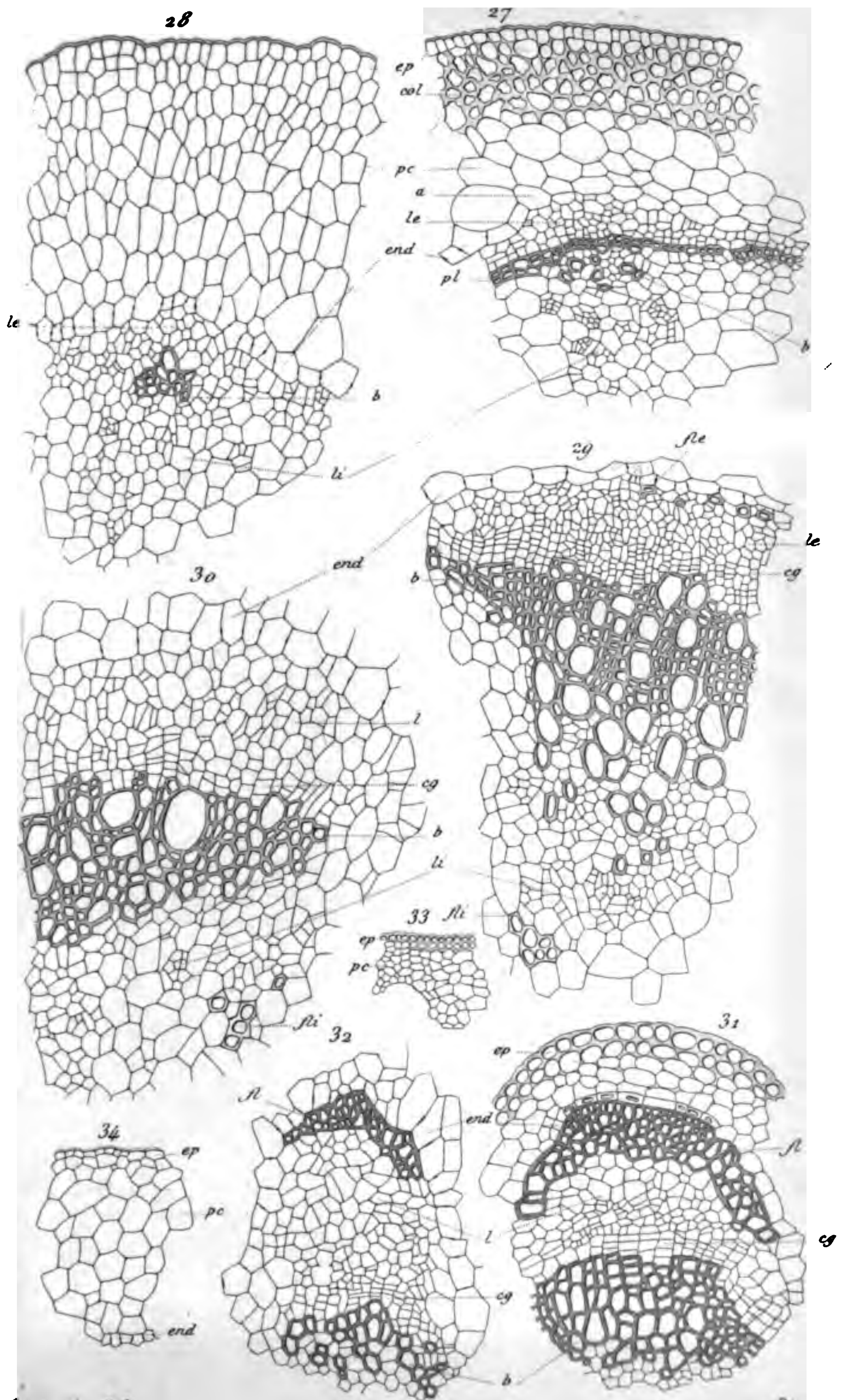
Imp. Lemercier



Costantin del. Pierre sc.

Faba (9, 11, aér. — 10, 12, souterr.). Aralia (13, 15, aér. — 14, 16, souterr.). Solanum (17 à 26)

Imp. Lemercier et Cie Paris

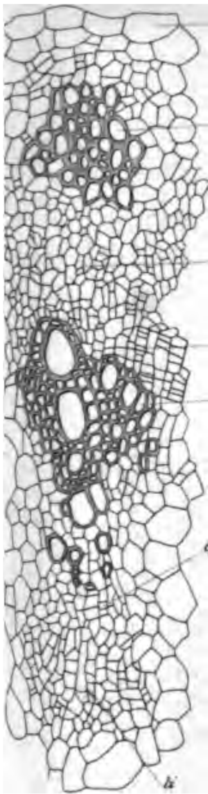


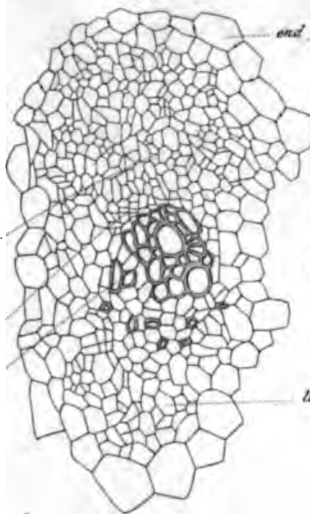
Costantin del. Pierre s

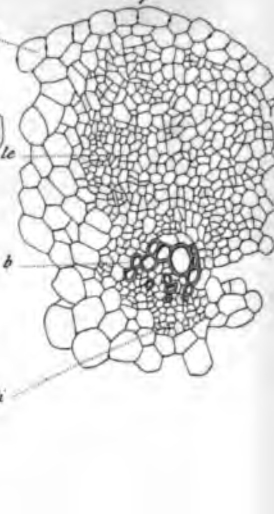
Solanum (27, 29, aér. _ 28, 30, souterr.)

Pisum (31, 33, aér. _ 32, 34, souterr.)

Imp. Lemercier et Cie Paris.

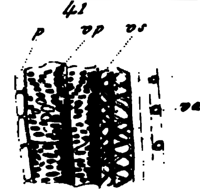


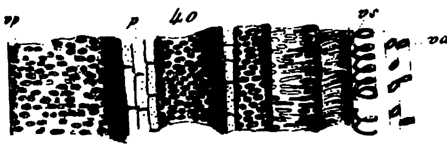






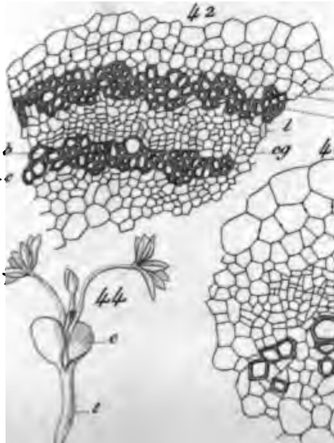


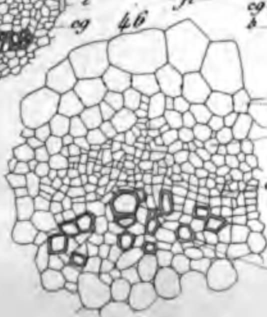


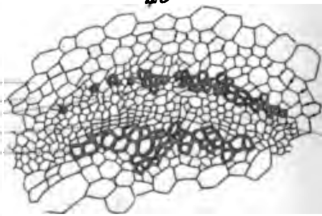


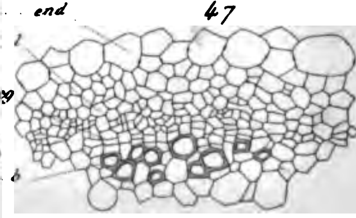










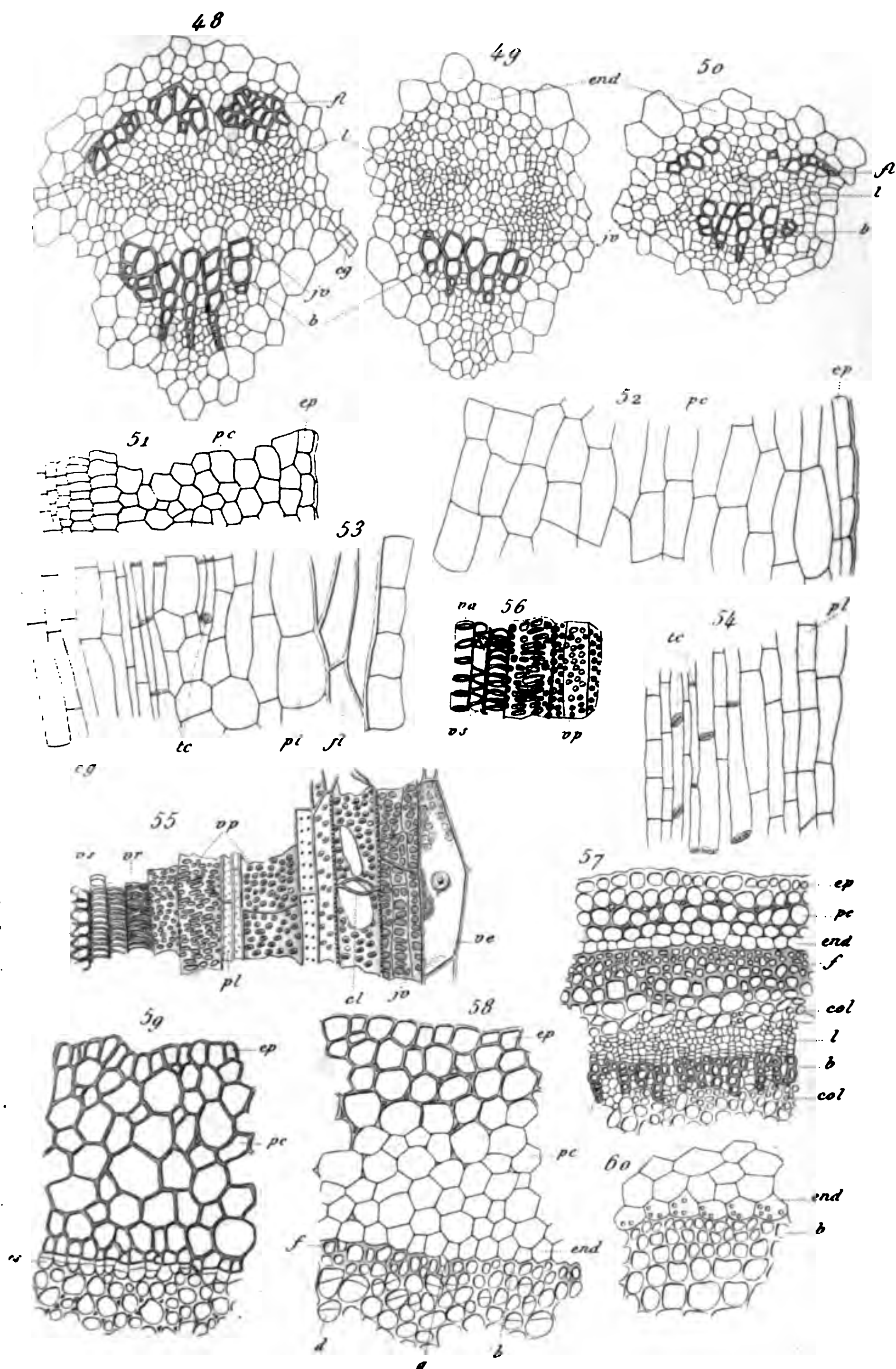




Costantin del.   Pierre sc.

Cucurbita (35.38.40. aér. – 36.39.41. souterr. – 37. obsc.)
Lupinus (42.44. aér. – 43.45. souterr.)   Mirabilis (46. aér. – 47. souterr.)

Imp. Lemercier et C.ie Paris.



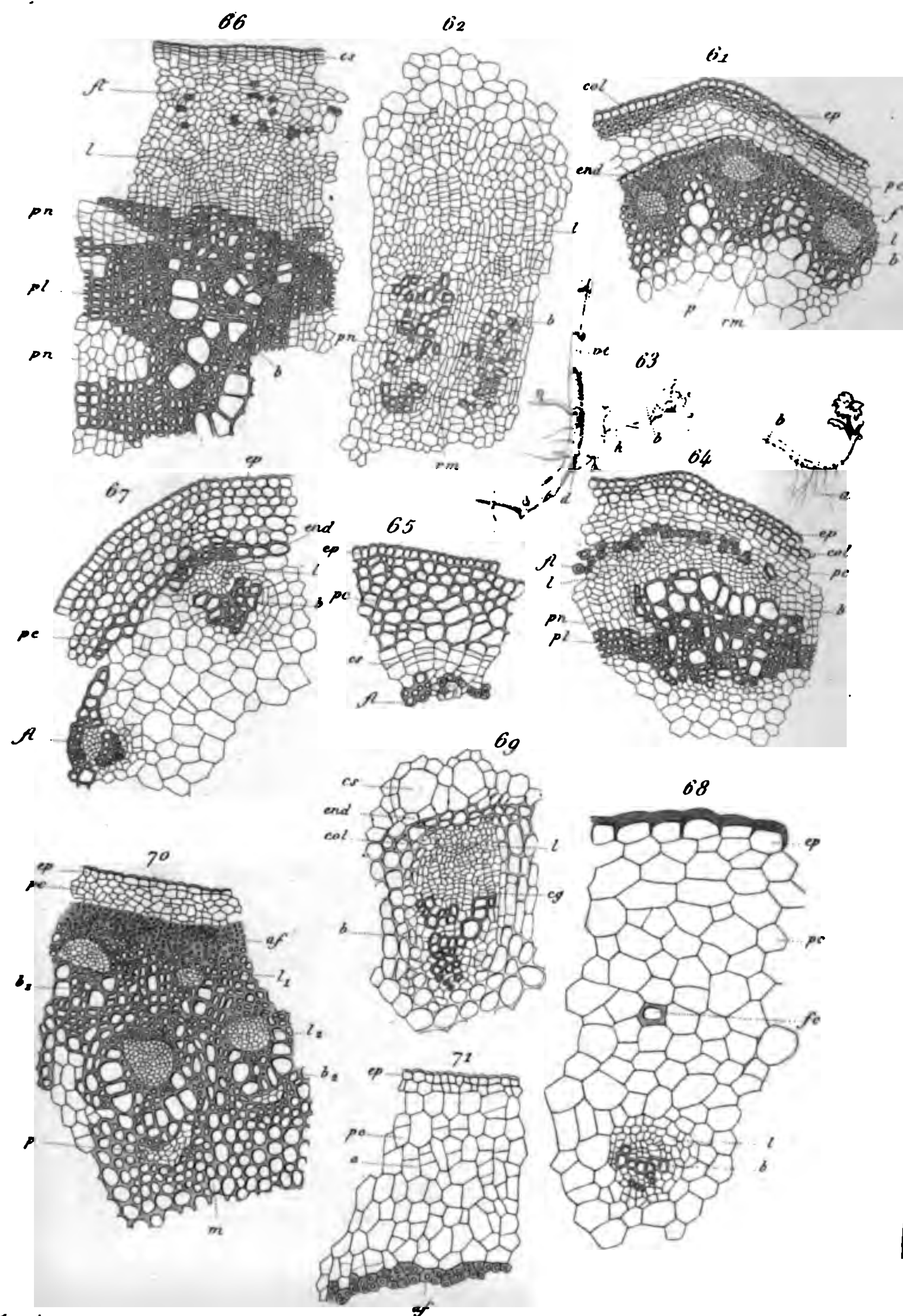
Costantin del.

Pierre sc.

Ricinus (48. 51. 53. 55. aér. _ 49. 52. 54. 56. souterr. _ 50. obsc.)

Lychnis (57. 60. aér. _ 58. 59. souterr.)

Imp. Lemercier et Cie Paris.

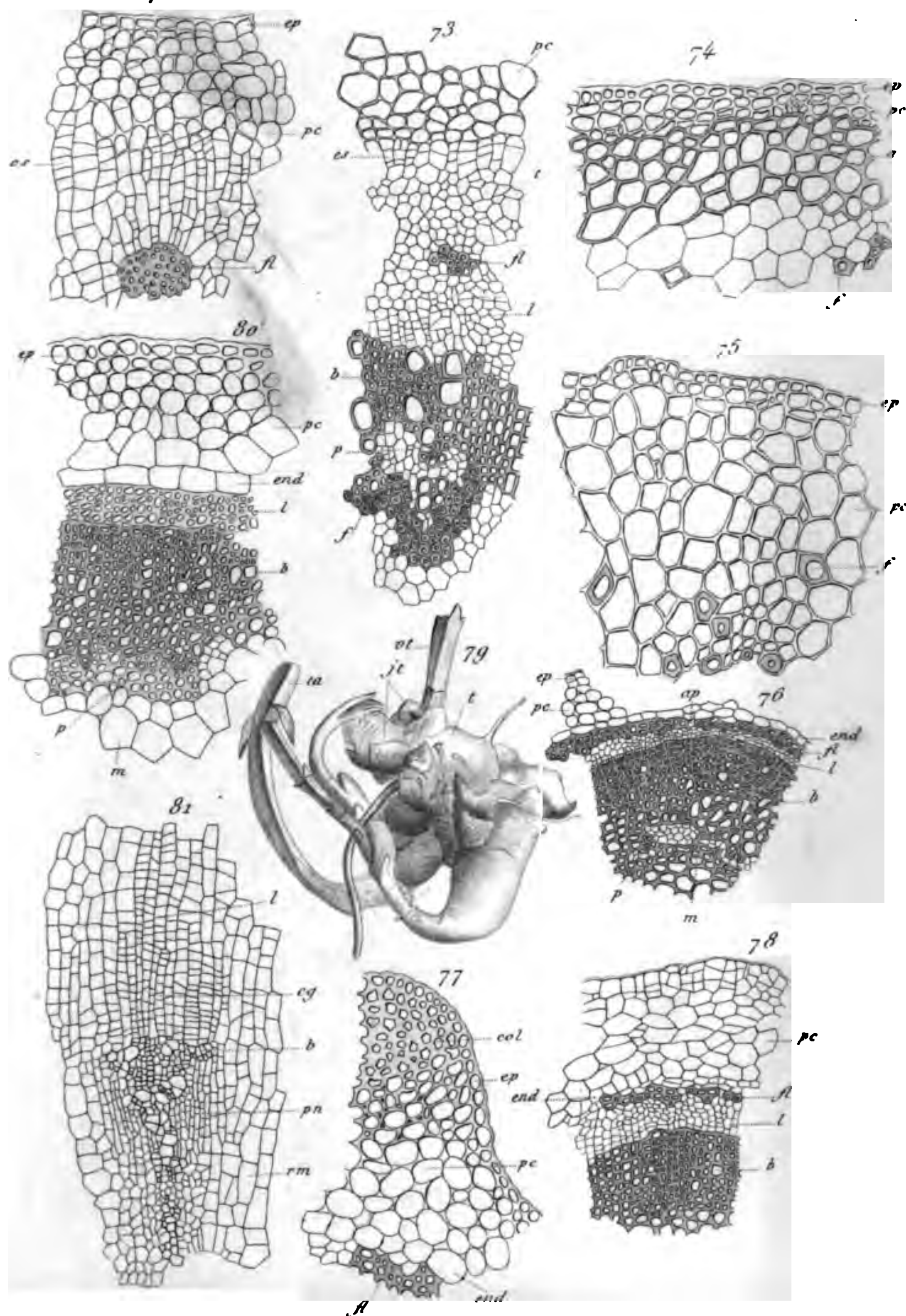


Costantin del.

Pierre sc.

Sanicula (61. aér. – 62. souterr.). Urtica (63. 64. aér. – 65. 66. souterr.)
Anemone (67. aér. – 68. 69. souterr.). Thalictrum (70. aér. – 71. souterr.)

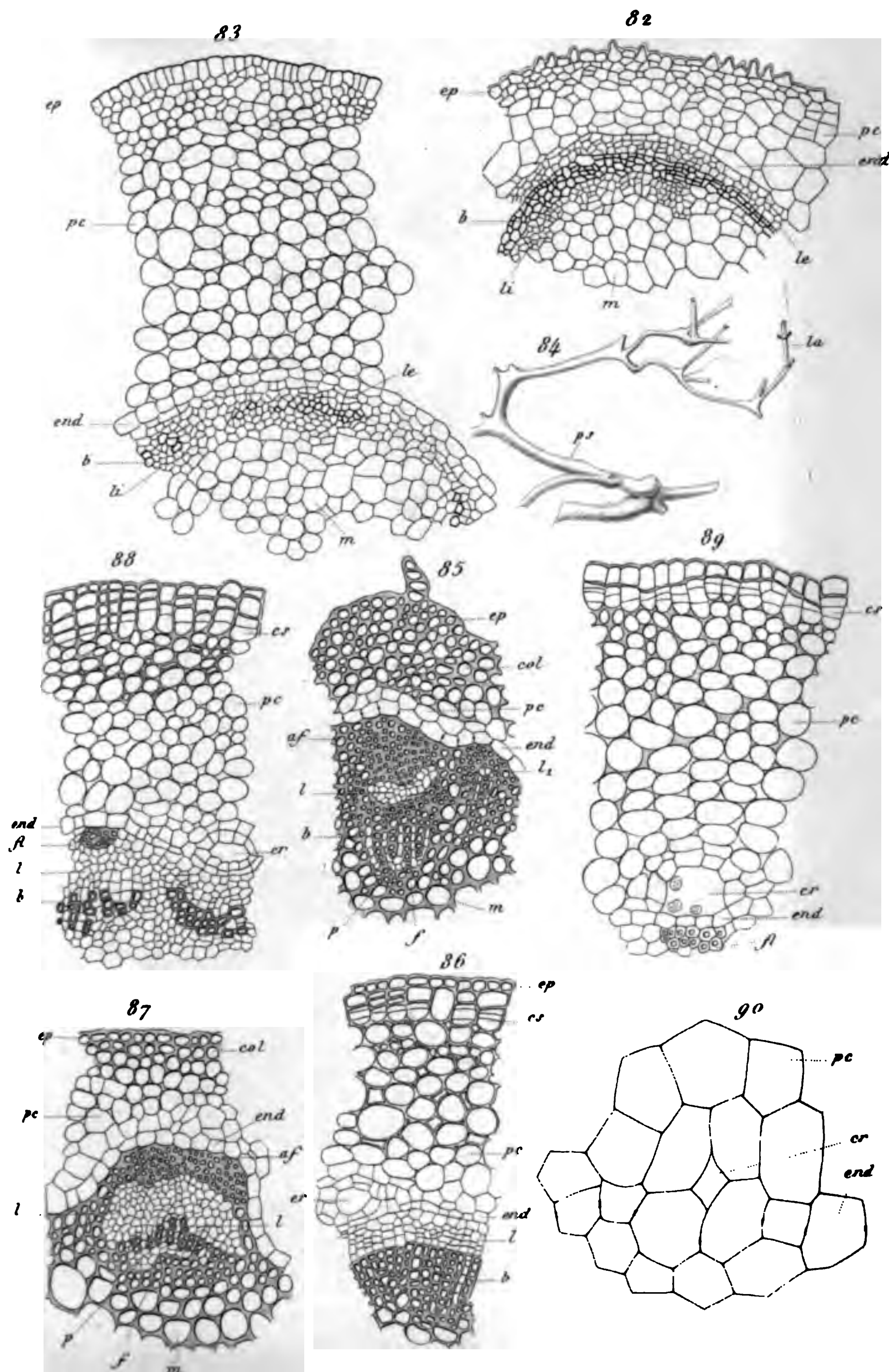
Imp. Lemercier et Cie Paris



Costantin del. Pierre sc.

Thalictrum (72, 73, souterr.). Corydalis (74, aér. – 75, souterr.)
Teucrium (76, 77, aér. – 78, souterr.). Scrofularia (79). Anchusa (80, aér. – 81, souterr.)

Imp. Lemercier et Cie Paris.



Costantin del. Pierre sc.

Calystegia (82, aér. - 83, souterr.). Galium (84). Achillea (85, aér. - 86, souterr.)
Artemisia (87, aér. - 88, souterr.) Solidago (89). Doronicum (90)

Imp. Lemercier et Cie Paris.

les Gleichéniacées elles-mêmes on rencontre, peut-être plus fréquemment encore, des folioles de forme particulière, placées près des points de division du rachis, tout près du bourgeon qui occupe l'angle de la bifurcation, ou sur le rachis lui-même lorsque ce bourgeon s'est ensuite développé. Ces folioles, très différentes des pennes et des pinnules normales, sont tantôt assez courtes, divisées en lobes peu nombreux et appliquées sur le rachis (*Mertensia Klotschii* Hook. (1) (sp.), *M. glaucescens* Willd. [pl. 11, fig. 1]), tantôt allongées, pinnatifides, divisées en étroits segments aigus, et dressées (*M. glauca* Sw. (2), *M. gigantea* Wall. (sp.) (3)). Je crois que ce sont là, parmi les Fougères vivantes, les formations les plus analogues aux *Aphlebia* des Fougères houillères, sans attacher du reste autrement d'importance à la constatation de leur présence chez les Gleichéniacées. On observe, en effet, des expansions foliacées du même genre chez le *Dactylotheca dentata* (4), que j'ai montré plus haut appartenir à la famille des Marattiacées; on verra plus loin qu'elles existent chez le *Sphenopteris* (*Grand'Eurya*) *coralloides* Gutb., et je ne crois pas, par conséquent, que la présence de ces *Aphlebia* doive être prise en grande considération pour la place à donner à telle ou telle espèce dans la classification actuelle.

L'existence d'un anneau chez l'*Oligocarpia Gutbieri* ayant été contestée, j'ai dû rechercher si le *Sphenopteris formosa*, dans lequel j'avais constaté un anneau si semblable à celui des *Mertensia*, pouvait réellement être rapporté au même genre. M. Geinitz a bien voulu m'envoyer un dessin, dû à l'obligeance de M. le D[r] Deichmüller, de l'un des sporanges de l'échantillon qu'il a figuré dans sa *Flore houillère de la Saxe* (5). Ce dessin est tout à fait conforme à celui qu'a donné M. Stur

(1) Hooker, *Species Filicum*, t. I, pl. V, B.
(2) *Ibid.*, t. I, pl. III, B.
(3) *Ibid.*, t. I, pl. III, A.
(4) *Explication de la carte géologique de la France*, t. IV, 2ᵉ partie, p. 87.
(5) Geinitz, *Versteinerungen der Steinkohlenformation in Sachsen*, pl. XXXIII, fig. 7.

dans sa *Flore du Culm* (1), et montre sur le pourtour du sporange une série de cellules moins régulières, il est vrai, que celles qui constituent d'ordinaire l'anneau élastique chez les Fougères vivantes, mais beaucoup plus grandes que les cellules du centre et de la base, et orientées toutes de même, avec leurs parois normales au contour externe du sporange. D'après M. Stur, qui a étudié en détail l'*Ol. Gutbieri* et l'*Ol. lindsæoides* ETTINGSH. (sp.), ces dimensions plus grandes des cellules périphériques résulteraient simplement de leur écrasement par suite de la compression qu'elles ont subie; mais on ne peut comprendre comment ces cellules auraient seules changé de dimensions sans que leur extension déterminât le déchirement du sporange lui-même: il est évident que si une des cellules du bord correspond, par exemple, à deux ou à trois cellules de la partie centrale placées immédiatement contre elle, il en était déjà ainsi avant la fossilisation, et qu'à l'état vivant cette cellule était nécessairement deux ou trois fois plus large que celles qu'elle borde. Je ne crois donc pas qu'il soit possible qu'un sporange à cellules toutes égales, comme le sporange isolé que représente la figure 32 de la *Flore du Culm* (2), ait pu, en s'écrasant, prendre l'aspect des sporanges à cellules périphériques plus grandes qui constituent le sore reproduit sur la même figure, et il me paraît plus probable que les sporanges isolés observés par M. Stur à côté de l'*Ol. lindsæoides* proviennent de quelque autre Fougère, appartenant peut-être, en effet, à la famille des Marattiacées.

J'ai pu, du reste, étudier un excellent échantillon fructifié d'*Ol. Gutbieri*, provenant de Zwickau, qui fait partie des collections du Muséum d'histoire naturelle, et que M. B. Renault a bien voulu me communiquer. Cet échantillon, presque semblable à l'échantillon type de Gœppert, présente un grand nombre de sores plus ou moins bien conservés : sur tous on distingue nettement les grandes cellules de la périphérie,

(1) *Culm-Flora*, p. 309, fig. 31.
(2) *Ibid.*, p. 310.

qui paraissent avoir eu des parois plus épaisses que les autres, et ont mieux résisté à la compression (pl. 10, fig. 13 à 15) : le centre des sporanges s'est affaissé, tandis que le pourtour ne paraît avoir subi qu'une déformation à peine sensible, circonstance qui indique bien une différence dans la constitution de la paroi. Les sporanges sont groupés par quatre ou par cinq, plus rarement par trois ; ils ont une longueur de $0^{mm},30$ à $0^{mm},40$ suivant le rayon du sore, et une largeur à peu près égale, leur forme générale étant celle d'un triangle équilatéral à base curviligne. Sur plusieurs d'entre eux, on distingue le réseau cellulaire de la partie centrale, qui se montre formé, comme l'a indiqué M. Stur, et comme chez le *Sphenopteris formosa*, de mailles étroites allongées dans le sens longitudinal (fig. 15). Il me paraît certain, et les figures 13 à 15 permettent d'en juger, que ces sporanges étaient munis d'un véritable anneau, ainsi que l'avait dit M. Gœppert. La figure 14 notamment montre un sporange dans lequel la paroi supérieure des cellules de l'anneau, probablement un peu saillant, a été arrachée, et l'argile blanche qui en remplit l'intérieur les fait ressortir nettement à côté du reste du sporange qui est d'un brun très foncé. Cet anneau était très probablement complet, mais occupait la face inférieure, de sorte qu'on ne le voit pas se refermer, ainsi qu'il arrive pour les sporanges de *Mertensia* dont j'ai parlé (voy. fig. 16, 17 et 19).

En résumé, les sporanges du *Sphenopteris formosa* et ceux de l'*Oligocarpia Gutbieri* se montrent constitués de même, et ne diffèrent guère que par leur largeur ; ils présentent, les uns et les autres, la plus grande analogie avec les sporanges de plusieurs *Mertensia*, et le genre *Oligocarpia* vient ainsi se placer dans la famille des Gleichéniacées.

GENRE *Hymenophyllites* Gœppert. — On a rapproché de la famille des Hyménophyllées, ou même rapporté formellement à ce groupe un certain nombre de Fougères du terrain houiller, à raison soit de la minceur de leur tissu foliaire, qui ne semble formé que d'une seule assise de cellules, soit de la position de

leurs fructifications, placées à l'extrémité des lobes des pinnules et paraissant protégées par un indusium bivalve. M. Schimper a même décrit sous le nom d'*Hymenophyllum Weissii* (1) une Fougère recueilli edans les mines de Sarrebrück, et sur laquelle il a pu distinguer, entre les deux valves entr'ouvertes, le long réceptacle verruqueux sur lequel venaient s'attacher les sporanges ; mais les sporanges eux-mêmes n'avaient pas été conservés.

Je dois à l'obligeance de M. L. Crépin un bel échantillon fructifié, recueilli à Bully-Grenay, et qui me paraît devoir être rapporté à un *Sphenopteris* assez répandu dans les couches les plus élevées de la formation houillère du Pas-de-Calais. Ce *Sphenopteris*, décrit d'abord par le comte de Sternberg sous le nom de *Sph. delicatula*, a reçu plusieurs dénominations différentes : *Sph. meifolia* STERNB., *Sph. quadridactylites* GUTBIER, *Sph. tridactylites* GEINITZ *non* BRONGT, suivant les divers aspects sous lesquels il se présente, et surtout suivant le mode de conservation des frondes, le limbe ayant été parfois détruit plus ou moins complètement par la macération. La figure 22, planche 10, en représente une pinnule stérile grossie. Sur la même plaque de schiste se trouvent deux fragments de fronde, l'un stérile, l'autre fertile, qui offrent exactement le même mode de découpure et le même aspect général. A l'extrémité de chacun des lobes de la partie fertile, on remarque un amas de fines granulations, qui ne sont autre chose que des sporanges détachés, mais à peine dérangés de leur position primitive (fig. 23, pl. 10). Sur quelques points, ils sont encore groupés les uns contre les autres, et le limbe, assez mal conservé malheureusement, semble avoir formé une sorte de cupule pour recevoir le sore : la nervure semble disparaître à cette cupule, mais il est impossible de s'assurer si elle se prolongeait sous forme de columelle pour porter les sporanges (fig. 24, 26) ; cela semble probable cependant, d'après l'aspect de certains groupes de fructifications (fig. 25). Ces

(1) *Traité de paléontologie végétale*, t. I, p. 415, pl. XXVIII, fig. 4 à 7.

sporanges, transformés en charbon, se présentent le plus habituellement sous une forme ovale, mesurant, suivant leur plus grand diamètre, environ 0mm,24 avec une largeur moyenne de 0mm,15. Sur le plus grand nombre d'entre eux on distingue un anneau qui les entoure presque complètement; cet anneau, constitué par un seul rang de cellules, paraît avoir été complet, et disposé comme celui des *Hymenophyllum* et des *Trichomanes* (fig. 27, 28); du reste, quelques sporanges, vus par le côté, se montrent effilés à une extrémité en une sorte de court pédicelle, l'anneau étant alors visible par sa tranche et formant sur leur contour général un léger renflement (fig. 30, 31, 32). Enfin d'autres sont ouverts, ainsi que l'indique la figure 29; il est impossible d'attribuer cet aspect à la disparition accidentelle d'une partie de la lame de charbon dans laquelle ces sporanges sont transformés, car, d'après la courbure moindre de leur contour, il faudrait qu'ils aient eu un diamètre beaucoup plus grand que les autres, et il est bien plus naturel d'admettre qu'ils étaient ouverts avant la fossilisation.

Les figures 33 à 35, qui se rapportent aux *Trichomanes Kaulfussi* HOOK. et GREV., et les figures 36 à 38, qui représentent des sporanges d'*Hymenophyllum hirsutum* SW., montrent qu'il y a pour ainsi dire identité entre ces organes vivants et ceux du *Sphenopteris delicatula*, aussi bien comme forme que comme dimensions. On peut donc affirmer que cette espèce appartenait à la famille des Hyménophyllées; mais n'ayant pu m'assurer quelle était au juste la disposition des sores, je ne puis décider à quel genre elle doit être rapportée, et c'est pour ce motif que je conserve simplement le nom générique d'*Hymenophyllites* au lieu de lui substituer celui d'*Hymenophyllum*, dont l'emploi ne serait pas assez rigoureusement justifié.

Il me paraît très probable que le *Sphenopteris Bronni* GUTB., si voisin, du reste, comme aspect, de l'*Hymenophyllites delicatulus*, doit venir se ranger à côté de lui dans la famille des Hyménophyllées; la figure donnée par Geinitz (1), d'un échan-

(1) *Versteinerungen der Steinkohlenformation in Sachsen*, pl. XXIII, fig. 16, 16 *a*.

tillon fertile de cette espèce, semble indiquer, en effet, des fructifications tout à fait semblables à celles dont je viens de parler.

D'après un échantillon fertile de *Sph. herbacea* Boulay, recueilli par M. Dernoncourt, ingénieur divisionnaire de la Compagnie d'Anzin, il me paraît que cette espèce doit également rentrer dans le même genre; malheureusement la roche qui porte cette empreinte n'est pas d'un grain assez fin pour permettre de reconnaître avec certitude le mode de constitution des sporanges.

Genre *Diplotmema* Stur. — Ce genre a été créé par M. Stur (1) pour tout un groupe de *Sphenopteris* dans lesquels les segments primaires de la fronde sont constitués chacun par deux pennes bi- ou tripinnées divergeant du sommet d'un pétiole commun. Ces pétioles, nus sur toute leur longueur, alternent le long d'un axe que M. Stur a regardé comme une tige, mais qui, comme je l'ai dit (2), me paraît offrir beaucoup plutôt les caractères d'un rachis.

La place des *Diplotmema* reste tout à fait incertaine; car on ne connaît pas leur fructification, et leur mode si particulier de végétation peut être envisagé de façons très diverses : M. Stur les a rapprochés des *Rhipidopteris* et a considéré comme une penne fertile, de forme orbiculaire ou ovale, le corps observé par lui dans la fourche du *D. subgeniculatum;* j'ai fait remarquer, d'autre part, leur analogie avec les *Lygodium*, le corps en question pouvant être regardé comme un bourgeon semblable à ceux qu'on observe dans ce genre vivant.

Sans pouvoir, malheureusement, préciser leurs affinités naturelles, je tiens à signaler ici des échantillons fructifiés d'un *Diplotmema* que j'ai observés dans la belle collection réunie à Bully-Grenay par M. L. Crépin. On a trouvé en abondance, au toit de l'une des veines exploitées dans ces houil-

(1) *Culm-Flora*, p. 226.

(2) *Note sur le genre Mariopteris* (*Bulletin de la Soc. géol. de France*, 3e série, t. VII, p. 94).

lères, un *Sphenopteris* qui, par le mode de division de ses pennes, rentre dans le genre *Diplotmema*. C'est le *Sph. acutiloba* Sternb.; un magnifique échantillon de cette Fougère, généreusement donné à l'École des mines par M. Crépin, montre un rachis principal légèrement fléchi en zigzag, qui porte quatre pennes, distantes de 6 centimètres environ les unes des autres, alternant successivement et constituées chacune r un pétiole nu, long de 4 centimètres, bifurqué à son sommet sous un angle de 120° à 130°. Chacune des deux sections de ces pennes primaires porte des pennes secondaires garnies de pinnules profondément pinnatifides et divisées en lobes très aigus. La plus basse de ces pennes secondaires, placée du côté extérieur de la fourche, est beaucoup plus développée que les suivantes, bipinnée comme la penne primaire elle-même, de telle sorte que chaque moitié de celle-ci paraît subdivisée en deux sections d'importance peu différente (fig. 5, pl. 11), ainsi, du reste, que l'a déjà signalé M. F. Crépin (1). Peut-être même y a-t-il réellement une double bifurcation du rachis secondaire, comme dans les Fougères que j'ai groupées sous le nom générique de *Mariopteris* (2), et qui portent des pennes nettement quadripartites, divisées en quatre sections de même ordre et de même importance. En tout cas, le *Sphenopteris acutiloba*, avec ses folioles profondément découpées, ne saurait être réuni au groupe des Fougères pécoptéroïdes, à limbe très développé, parcouru par de nombreuses nervures, qui constituent le genre *Mariopteris*; il doit, à mon avis, être laissé parmi les *Diplotmema*, dans le groupe du *D. Mladeki* Stur (3), caractérisé par l'importance plus grande et le degré de division plus élevé que présente la penne secondaire la plus basse du côté extérieur de la bifurcation, par rapport à celles qui la suivent.

(1) *Bulletin de la Soc. royale de Botanique de Belgique*, t. XIX, 2e partie, p. 16.

(2) *Note sur le genre Mariopteris* (*Bulletin de la Soc. géol. de France*, 3e série, t. VII, p. 92).

(3) *Culm-Flora*, p. 251, pl. XXXV, fig. 1.

On constate, sur l'échantillon dont j'ai parlé, que le rachis primaire porte, à la naissance de chacun des rachis secondaires, deux pennes, différentes des pennes normales, divisées en minces segments à lobes très aigus (fig. 5) ; la présence de ces sortes d'*Aphlebia* n'avait, je crois, pas encore été constatée sur les Fougères du groupe qui m'occupe en ce moment.

Parmi les échantillons fertiles de *D. acutilobum*, recueillis en assez grand nombre dans la veine Saint-Alexis, un seul s'est montré suffisamment bien conservé pour qu'on puisse y reconnaître nettement la disposition des fructifications (fig. 2, pl. 11); malheureusement il est impossible de savoir comment étaient constitués les sporanges et par conséquent de déterminer à quel groupe naturel cette Fougère doit être rapportée. Les sores étaient évidemment terminaux et occupaient le sommet des lobes, qui portent chacun à leur extrémité une petite masse charbonneuse légèrement renflée (fig. 3); sur quelques-unes de celles-ci, on distingue un réseau constitué par des files longitudinales de cellules (fig. 4), et leur surface se montre parfois marquée de côtes faiblement accentuées. L'aspect est tout à fait celui de fructifications d'Hyménophyllées, et rappelle beaucoup l'*Hymenophyllites Humboldtii* GŒPP., qui ne diffère guère que par des pinnules plus longues et divisées en un nombre de lobes plus considérable. On serait donc porté, à priori, à rapporter aux Hyménophyllées les pennes fertiles dont je viens de parler. Mais dans l'ignorance où l'on est de l'organisation des sporanges, cette attribution serait certainement arbitraire, car on peut rencontrer une disposition semblable chez des Fougères appartenant à des groupes très différents. Ainsi, parmi les *Davallia* vivants, il ne serait pas difficile de trouver des fructifications ayant une apparence presque identique, par exemple celles du *D. Schimperi* HOOK. (1) ou du *D. Schlechtendalii* PRESL (2). Les côtes légèrement saillantes, mais peu nombreuses, qu'on distingue sur quelques-unes de ces masses charbonneuses, correspon-

(1) Hooker, *Species Filicum*, t. I, pl. L, A.
(2) *Ibid.*, t. II, pl. LIV, C.

dent probablement à des sporanges, et peut-être chaque sore ne comprenait-il qu'un petit nombre de ces organes; on peut donc encore se demander si l'on n'a pas affaire à des fructifications analogues à celles des *Oligocarpia*, mais protégées sans doute par un indusium plus ou moins coriace, car si on enlève le charbon qui constitue ces masses terminales, on ne trouve pas sur la roche l'empreinte qu'auraient dû y laisser les sporanges dans le cas de sores non indusiés.

M. Sterzel a fait connaître tout récemment le mode de fructification d'une autre Fougère, le *Pecopteris Pluckeneti* SCHLOT. (sp.), qui par ses pennes nettement quadripartites, par la forme de ses pinnules et la disposition de leurs nervures, paraît rentrer dans le genre *Mariopteris* (1). Les sores sont marginaux, placés au sommet des nervures et rappellent, par leur aspect, ceux des *Dicksonia* : il semble qu'il y ait un réceptacle saillant et que les sporanges aient été enfermés dans un involucre formé d'un côté par le bord même du lobe, de l'autre par un indusium proprement dit. Certaines pennes fertiles présentent, d'autre part, une assez grande ressemblance avec celles du *Diplotmema acutilobum*, chaque division portant un sore à son sommet (2). M. Sterzel a créé pour cette Fougère le genre *Dicksoniites*; mais, comme je l'ai dit tout à l'heure, il faudrait, pour confirmer ce rapprochement, savoir comment les sporanges étaient organisés.

Ces deux exemples montrent bien, dans tous les cas, que ce n'est pas parmi les Acrostichées qu'il faut chercher les représentants vivants de ce groupe de Fougères à pennes primaires bi- ou quadripartites. M. Sterzel a eu, du reste, la preuve que le corps ovale placé dans l'angle de la bifurcation de certaines empreintes représente bien un bourgeon, comme je l'avais présumé : il a trouvé, en effet, des échantillons de *Pecopteris Pluckeneti* dans lesquels ce bourgeon s'est développé postérieurement aux deux ramifications latérales du rachis secon-

(1) Sterzel, *Ueber Dicksoniites Pluckeneti* (*Botanisches Centralblatt*, t. XIII (1883), n° 8-9).

(2) *Ibid.*, pl. VI, fig. 7.

daire, et a donné naissance à son tour à un pétiole nu, portant à son sommet deux pennes bipinnées formant une seconde fourche entre les branches de la première (1). Il compare, d'après cela, les *Mariopteris* et les *Diplotmema* au genre *Gleichenia*, dans lequel le rachis se divise généralement par une série de dichotomies successives, l'angle de chaque bifurcation étant muni d'un bourgeon qui tantôt reste inerte, tantôt se développe ultérieurement.

Ce développement ultérieur du bourgeon médian, qui paraît être exceptionnel chez le *Pecopteris Pluckeneti* et n'a encore été observé sur aucune autre des espèces fossiles du même groupe, ne constitue pas, du reste, un caractère de nature à éloigner ces Fougères des *Lygodium*, car on le constate parfois sur les espèces de ce genre : j'ai vu notamment des échantillons de *L. volubile* Sw. et de *L. japonicum* Sw. dans lesquels le bourgeon de certaines bifurcations s'était développé à son tour en un pétiole nu portant à son sommet deux pennes opposées.

Dans la plupart des *Gleichenia* et *Mertensia*, la fronde se développe symétriquement de part et d'autre du rachis primaire et les divisions de même ordre sont régulièrement opposées et non pas alternes. Mais il y a pourtant dans ce genre un groupe particulier, à développement dissymétrique, qui présente avec les *Mariopteris* et les *Diplotmema* la ressemblance la plus frappante au point de vue de la disposition des pennes : c'est le groupe du *Mertensia glaucescens* WILLD. et du *M. pectinata* WILLD., espèces que Hooker considère du reste comme identiques : le rachis primaire s'y divise bien, comme dans les autres *Mertensia*, par une série de bifurcations successives, dans l'angle de chacune desquelles est situé un bourgeon habituellement inerte ; mais l'une des branches de la dichotomie devient prédominante par rapport à l'autre, et comme c'est alternativement la branche droite, puis la branche gauche qui prédomine, l'ensemble de la fronde constitue un sympode à

(1) Sterzel, *loc. cit.*, pl. VI, fig. 1.

axe médian légèrement fléchi en zigzag (pl. 11, fig. 1) : à chaque inflexion s'attache un rameau nu qui tantôt, dans la région inférieure de la fronde, se bifurque pour porter deux pennes opposées au sommet de chacune de ses branches, tantôt, dans la région supérieure, porte seulement deux pennes opposées. Souvent, au point de départ de ces rameaux, sont attachées une ou deux folioles de forme particulière, plus ou moins découpées, ainsi que je l'ai mentionné en parlant du genre *Oligocarpia*. Cette disposition de la fronde est exactement celle du *Diplotmema acutilobum*, et les *Aphlebia* observés sur celui-ci complètent encore la ressemblance.

La découverte d'échantillons fructifiés à sporanges assez bien conservés pour pouvoir être étudiés en détail permettra seule de juger s'il y a là autre chose qu'une similitude de forme et s'il faut réellement rapporter aux Gleichéniacées les *Diplotmema* et les *Mariopteris*; jusque-là toute attribution précise serait prématurée, les caractères des frondes stériles n'ayant, comme on sait, aucune liaison nécessaire avec le mode de constitution des sporanges, et étant, par conséquent, tout à fait insuffisants pour la classification.

GENRE *Grand'Eurya*. — J'ai rencontré à diverses reprises, dans le terrain houiller moyen, tant à Eschweiler que dans le nord de la France, des empreintes présentant un rachis assez large portant à droite et à gauche de longues pennes étalées à angle droit, qui, au premier abord, font plutôt songer à des épis sporangifères de *Sphenophyllum* qu'à des segments fertiles de frondes de Fougères. En les examinant plus attentivement on reconnaît qu'elles sont composées de pinnules alternes portant tout près de leur base une masse volumineuse de fructifications, au delà de laquelle elles se prolongent en une étroite lanière divisée par dichotomie en deux à quatre segments obtusément aigus (pl. 12, fig. 1, 2). L'aspect de ces échantillons rappelle un peu celui de certaines Fougères du terrain houiller supérieur, comme le *Schizopteris pinnata* GR. EURY, dont M. B. Renault a étudié en détail les fructi-

fications, et qu'il a fait rentrer dans le genre *Zygopteris* Corda (1).

Les empreintes les mieux conservées que j'aie pu examiner m'ont été obligeamment données par M. Grand'Eury, qui les avait recueillies à la fosse l'Archevêque de la concession d'Aniche (Nord); sur la plupart d'entre elles, les pennes offrent leur face inférieure et montrent nettement leurs sporanges, à peine déformés par la fossilisation ; souvent on ne voit aucune trace reconnaissable des pinnules elles-mêmes, et l'axe paraît uniquement chargé de fructifications (fig. 3). Chaque sore affecte, ou devait affecter à l'état vivant, une forme sphéroïdale, avec un diamètre de $1^{mm},20$ à $1^{mm},70$: il se montre composé de 5 à 7 gros sporanges groupés les uns à côté des autres comme les quartiers d'une orange ou les côtes d'un melon (fig. 4, 5, 6) ; leur hauteur est d'environ 1 millimètre, avec une largeur de $0^{mm},50$ à $0^{mm},80$. Sur chacun d'entre eux on remarque une bande de cellules épaissies qui en suit les bords, le long du contact avec les sporanges voisins, en passant par le sommet (fig. 5); cette bande, légèrement renflée, large d'environ $0^{mm},10$, est constituée par un grand nombre de cellules et offre la plus grande ressemblance avec celle qu'on observe sur les sporanges du *Zygopteris frondosa* Gr. Eury (sp.) (fig. 9). Sur le reste du sporange le réseau cellulaire est beaucoup moins visible : on distingue cependant çà et là quelques cellules polygonales, assez peu différentes de forme de celles de la bande élastique; cependant elles sont plutôt allongées dans le sens longitudinal, tandis que celles de l'anneau sont au contraire un peu plus larges que hautes ; vers la base du sporange la différenciation paraît moins accentuée, tant sous le rapport de l'épaisseur que sous celui de la forme. Les sores étaient attachés sur la nervure médiane, et devaient, à en juger par l'examen de diverses parties de ces empreintes, être en partie recouverts par les bords des pinnules (fig. 2) : sur quelques-uns d'entre eux il semble que l'on voie, vers la base, des restes du

(1) *Annales des sciences naturelles*, 6e série, *Bot.*, t. III, p. 8.

tissu foliaire masquant la naissance des bandes élastiques; la lame de charbon paraît, en effet, un peu plus épaisse dans cette région, et la bande de cellules épaissies ne se montre qu'à partir d'une ligne de cassure transversale qui doit correspondre au bord, probablement déchiré, d'un des lobes de la foliole (fig. 5).

Ces sporanges étaient manifestement sessiles, mais je n'ai pu, jusqu'à présent, voir leur point d'attache, ni m'assurer si, à leur insertion, la nervure médiane formait ou non un réceptacle plus ou moins saillant. En tout cas, leur anneau élastique à plusieurs rangs de cellules les écarte complètement de toutes les familles de Fougères vivantes, et je ne puis les rapprocher, à ce point de vue, que des sporanges des Botryoptéridées.

Dans les genres *Botryopteris* et *Zygopteris* étudiés par M. B. Renault, les sporanges sont groupés à l'extrémité de pédicelles, au lieu d'être attachés sous la face inférieure des pinnules; mais sous tous les autres rapports ils offrent la plus grande analogie avec ceux que je viens de décrire. Dans les *Zygopteris* notamment, les sporanges, légèrement courbés en arc, mesurant 2 à 3 millimètres de longueur, sont pourvus d'une large bande élastique longitudinale constituée par plusieurs rangées de cellules (fig. 9), et si l'on groupait les uns contre les autres cinq ou six de ces sporanges, ils se toucheraient précisément tout le long de leurs bandes élastiques, ainsi qu'il arrive dans les sores représentés fig. 4 à 6, pl. 12. Le genre *Grand'Eurya*, que je crée pour ces fructifications si particulières, me paraît avoir avec les *Zygopteris* des rapports du même genre que ceux des *Todea* avec les *Osmunda*, ou des *Cyathea* avec les *Thyrsopteris*, la différence principale consistant en ceci, que dans les uns les pennes fertiles sont réduites, par la disparition totale du limbe, à des panicules uniquement composées de fructifications, tandis que dans les autres les pinnules fertiles restent pourvues d'un limbe, à la face inférieure duquel sont attachés les sporanges.

Je n'ai jusqu'à présent jamais trouvé ces fructifications en

rapport direct avec des portions stériles de frondes, mais je crois cependant pouvoir indiquer avec une certitude presque complète à quelle espèce déjà décrite elles doivent être attribuées. Elles rappellent par leur aspect général l'*Asplenites Sternbergi* ETTINGSH. (1), mais dans cette Fougère les pennes sont simplement dentelées, les lobes étant décurrents et se soudant les uns aux autres sur une grande partie de leur hauteur, tandis qu'on peut voir, sur la figure 2, que dans les échantillons que j'ai en vue les pinnules, partant du rachis sous un angle presque droit, étaient complètement indépendantes. Le mode de division qu'elles présentent à leur sommet indique une Sphénoptéridée, et offre une assez grande analogie avec la façon dont se terminent les pinnules du *Sph. coralloides* GUTB., pour que je croie pouvoir les rapporter à cette espèce, dont je représente comme comparaison deux pinnules légèrement grossies (fig. 7). Ces fructifications de *Grand'Eurya* proviennent du reste de couches où on trouve également le *Sph. coralloides* et je les ai observées plus d'une fois au milieu de pennes stériles de cette Fougère et disposées par rapport à celles-ci comme si elles avaient été portées par un même rachis. J'ajouterai enfin que j'ai constaté sur le *Sphenopteris coralloides* (fig. 8) la présence, à l'aisselle des pennes, de folioles adventives (*Aphlebia*) divisées en minces lanières, absolument semblables à celles que l'on voit à la même place sur l'échantillon fig. 1, circonstance qui confirme l'identification.

Je crois pouvoir indiquer le *Sph. Essinghi* ANDRÆ, comme se rapportant également au genre *Grand'Eurya* par ses fructifications. J'ai examiné, à l'Exposition de 1878, des échantillons fertiles de cette espèce, dans lesquels chaque pinnule portait à sa face inférieure un sore unique composé de cinq à six gros sporanges groupés en étoile et munis chacun, tout le long de leur contact avec les sporanges voisins, d'une large bande élastique (2). D'après un croquis que j'en ai con-

(1) C. v. Ettingshausen, *Steinkohlenflora von Radnitz* (*Abhandl. d. k. k. geol. Reichsanstalt*, t. III), p. 42, pl. XX, fig. 2, 3.

(2) *Congrès international de géologie*. Paris, 1878. *Comptes rendus*, p. 298.

servé, ces sores auraient été tout à fait semblables à ceux du *Grand'Eurya coralloides*. Les pennes stériles de ces deux espèces ont d'ailleurs, par leur disposition générale, avec leurs segments étalés presque à angle droit, une assez grande analogie d'aspect.

Les Botryoptéridées constituent évidemment, parmi les Fougères, une famille de même ordre que les Gleichéniacées, les Cyathéacées ou les Polypodiacées, si même elles ne doivent pas être rangées dans un groupe spécial, au même titre que les Marattiacées. Peut-être les *Senftenbergia*, avec leur calotte à plusieurs rangées de cellules, doivent-ils, au lieu d'être rapprochés des Schizéacées, être regardés comme tenant, par rapport aux Botryoptéridées, la même place que les Schizéacées vivantes par rapport aux Polypodiacées, et faudrait-il en faire le type d'une famille particulière. Nos connaissances sur le mode de fructification des Fougères houillères sont encore si imparfaites, qu'on ne peut, quant à présent, que poser ces questions sans avoir la prétention de les résoudre.

EXPLICATION DES PLANCHES.

PLANCHE 9.

Fig. 1. *Crossotheca Crepini* Zeiller. Fragment de penne stérile. Terrain houiller moyen. Mines de Bully-Grenay (Pas-de-Calais). Grandeur naturelle.

Fig. 2. Fragment du même échantillon, grossi 5 fois pour montrer la nervation.

Fig 3. *Crossotheca Crepini* Zeiller. Fragment d'une grande plaque portant les empreintes de pennes stériles et de pennes fertiles. Terrain houiller moyen. Mines de Lens (Pas-de-Calais). Grandeur naturelle.

Fig. 4 et 5. Portions du même échantillon, grossies 5 fois pour montrer le mode de découpure des segments.

Fig. 6, 7 et 8. Segments fertiles du même, grossis 5 fois.

Fig. 9. Sporange du même, grossi 18 fois.

Fig. 10. *Calymmatotheca asteroides* Lesq. (sp.). Fragment d'une penne fertile. Terrain houiller moyen. Mines de Dourges, fosse n° 2, veine n° 5 (Pas-de-Calais). Gross. 2,5.

Fig. 11. Sporange du même, grossi 18 fois.

Fig. 12. *Dactylotheca dentata* Brongt (sp.). Fragment d'une penne en partie fertile. Terrain houiller moyen. Mines d'Eschweiler (Allemagne). Gross. 2,5.

Fig. 13 et 14. Pinnules fertiles du même échantillon, grossies 6 fois.

Fig. 15. Sporange du même, grossi 35 fois.

Fig. 16. *Renaultia chærophylloides* Brongt (sp.) Fragment d'une penne fertile. Terrain houiller moyen. Mines du Levant du Flénu, près Mons (Belgique). Gross. 4.

Fig. 17. Sporange du même, grossi 52 fois.

Fig. 18. *Myriotheca Desaillyi* Zeiller. Terrain houiller moyen. Mines de Liévin (Pas-de-Calais). Grandeur naturelle.

Fig. 19. Penne du même échantillon, grossie 3 fois.

Fig. 20. Sporange du même, grossi 52 fois.

Planche 10.

Fig. 1. *Senftenbergia elegans* Corda. Fragment de penne fertile. Terrain houiller. Mines de Radnitz (Bohême). Gross. 4,5.

Fig. 2, 3, 4 et 5. Sporanges du même, grossis 38 fois.

Fig. 6. *Oligocarpia formosa* Gutbier (sp.). Pinnule stérile d'un échantillon des mines de Lens (Pas-de-Calais). Terrain houiller moyen. Gross. 5.

Fig. 7. Pinnules fertiles du même échantillon, grossies 5 fois.

Fig. 8 et 9. *Oligocarpia formosa* Gutbier (sp.). Sores d'un échantillon des mines de Bully-Grenay, veine Saint-Alexis (Pas-de-Calais). Terrain houiller moyen. Gross. 38.

Fig. 10. Sporange du même, grossi 70 fois.

Fig. 11. *Oligocarpia formosa* Gutbier (sp.). Sore d'un échantillon des mines de Lens (Pas-de-Calais). Terrain houiller moyen. Gross. 38.

Fig. 12. *Oligocarpia formosa*. Fragment d'un échantillon des mines de Bully-Grenay, veine Saint-Alexis. Grandeur naturelle.

Fig. 13, 14 et 15. *Oligocarpia Gutbieri* Gœppert. Sores d'un échantillon des mines de Zwickau (Saxe). Terrain houiller. Gross. 38.

Fig. 16 et 17. *Mertensia dichotoma* Willd., de Hong-Kong. Sores grossis 38 fois.

Fig. 18. Sporange du même, vu de côté. Gross. 52.

Fig. 19. Sporange du même, vu en dessus, dans sa position normale. Gross. 52.

Fig. 20. Sporange du même, vu de côté. Gross. 52.

Fig. 21. Sporange du même, vu en dessous. Gross. 52.

Fig. 22. *Hymenophyllites delicatulus* Sternb. (sp.). Segment stérile d'un échantillon des mines de Bully-Grenay, veine Sainte-Barbe (Pas-de-Calais). Terrain houiller moyen. Gross. 5.

Fig. 23. *Hymenophyllites delicatulus* Sternb. (sp.). Segment d'une penne fertile de la même provenance. Gross. 5.

Fig. 24, 25, 26. Segments du même échantillon, grossis 10 fois.

Fig. 27 à 32. Sporanges du même échantillon, grossis 38 fois.

Fig. 33, 34, 35. *Trichomanes Kaulfussi* Hook. et Grev., de la Guadeloupe. Sporanges grossis 38 fois.

Fig. 36, 37, 38. *Hymenophyllum hirsutum* Sw., de Cuba. Sporanges grossis 38 fois.

PLANCHE 11

Fig. 1. *Mertensia glaucescens* Willd., de la Guadeloupe. Fragment de fronde réduit à 1/4 de la grandeur naturelle.
Fig. 2. *Diplotmema acutilobum* Sternb. (sp.). Fragment de penne fertile. Terrain houiller moyen. Mines de Bully-Grenay, veine Saint-Alexis (Pas-de-Calais). Grandeur naturelle.
Fig. 3. Pinnules du même, grossies 6 fois.
Fig. 4. Lobe fertile du même, grossi 35 fois.
Fig. 5. *Diplotmema acutilobum* Sternb. (sp.). Fragment de fronde stérile, montrant les *Aphlebia* placés à la naissance du rachis secondaire. Terrain houiller moyen. Mines de Bully-Grenay, veine Saint-Alexis (Pas-de-Calais). Grandeur naturelle.

PLANCHE 12.

Fig. 1. *Grand'Eurya coralloides* Gutbier (sp.). Fragment d'une fronde fertile. Terrain houiller moyen. Mines de Ferfay, fosse n° 3, veine Camille (Pas-de-Calais). Grandeur naturelle.
Fig. 2. Portion du même, grossie 5 fois.
Fig. 3. *Grand'Eurya coralloides* Gutbier (sp.). Fragment d'une plaque qui présente l'empreinte de plusieurs pennes fertiles. Terrain houiller moyen. Mines d'Aniche, fosse l'Archevêque (Nord). Grandeur naturelle.
Fig. 4. Fragment de penne du même échantillon, grossi 5 fois.
Fig. 5. Sore du même, grossi 35 fois.
Fig. 6. Fragment de penne du même, grossi 5 fois.
Fig. 7. *Grand'Eurya coralloides* Gutbier (sp.). Pinnules stériles. Terrain houiller moyen. Mines de Dourges, veine Saint-Georges (Pas-de-Calais). Grossi 5 fois.
Fig. 8. *Grand'Eurya coralloides* Gutbier (sp.). Fragment d'une empreinte montrant l'*Aphlebia* placé à l'aisselle de la penne. Terrain houiller moyen. Mines de Bully-Grenay (Pas-de-Calais). Grandeur naturelle.
Fig. 9. *Zygopteris frondosa* Grand'Eury (sp.). Terrain houiller supérieur. Mines de Larche (Corrèze). Sporange grossi 35 fois.

NOTE

SUR LA

FÉCONDATION DU *CUTLERIA ADSPERSA*

ET LES AFFINITÉS DES CUTLÉRIÉES

Par M. Ed. de JANCZEWSKI.

La structure toute particulière des sporanges et la présence des anthéridies dans les Cutlériées décidèrent G. Thuret à assigner à cette famille une place toute particulière parmi les Phéosporées et à la mettre au sommet de toute la série de ces Algues (1). Tout en reconnaissant, avec son exactitude habituelle, la structure des organes reproducteurs du *Cutleria multifida*, le grand algologue n'a pas cru devoir exclure cette famille du groupe des Phéosporées et les découvertes ultérieures n'ont fait que confirmer la justesse de son opinion. Cependant, il ne lui a pas été réservé de trouver les organes de reproduction asexuée et de constater la présence de la fécondation dans les Cutlériées.

C'est à M. Reinke que revient le mérite d'avoir démontré, le premier, que le *Zanardinia collaris* présente deux espèces d'individus dont les uns produisent les organes sexuels, tandis que les autres sont munis de zoosporanges analogues à ceux de beaucoup d'autres Phéosporées (2). Plus important encore est la découverte de M. Reinke sur la sexualité de ces algues ; il prouva notamment que les spores mobiles du *Zanardinia col-*

(1) G. Thuret, *Recherches sur les zoospores des Algues et les anthéridies des Cryptogames* (*Annales des sciences nat.*, 3e série, vol. XIV, p. 241 ; et XVI, p. 12). — Le Jolis, *Liste des Algues marines de Cherbourg*, 1863, p. 23.

(2) Reinke, *Ueber das Wachsthum und Fortpflanzung von Zanardinia collaris*. (*Monatsberichte der Berliner Akademie der Wissenschaften*, October 1876).

laris (1) et du *Cutleria multifida* (2) regardées à tort, comme des zoospores, ne sont en réalité que des oosphères mobiles qui ne germent pas sans avoir été fécondées par les anthérozoïdes au moment où elles sont parvenues à l'état de repos.

Ces observations si importantes n'ont pas tardé à être confirmées et complétées dans certains détails par M. Falkenberg, qui fit voir en outre que l'*Aglaozonia reptans* représente probablement la génération asexuée du *Cutleria multifida* (3).

En profitant de notre séjour à Antibes, nous avons cru avantageux d'examiner les phénomènes de la fécondation dans le *Cutleria adspersa*, vu que la sexualité des Algues brunes est si peu connue jusqu'aujourd'hui et qu'elle est si difficile à approfondir.

I.

ORGANES SEXUELS.

Le *Cutleria adspersa* fructifie à Antibes au printemps, aux mois de mars et avril, et finit par disparaître au commencement de l'été. Dans la deuxième moitié de l'année, on n'en trouve aucun vestige.

En examinant attentivement les stations de cette Algue au mois de janvier, nous avons trouvé des échantillons tout jeunes, ne mesurant pas plus d'un millimètre et demi en hauteur et en diamètre. Ils avaient absolument la forme et la structure des jeunes individus du *Zanardinia* qui se développent, à la même époque, sur les vieilles frondes de cette Algue et qui ont été décrits et figurés par M. Reinke (4). Le petit entonnoir de couleur brune était attaché au rocher à l'aide de poils radicaux

(1) *L. c.*, p. 574.

(2) Reinke, *Untersuchungen ueber die Cutleriaceen des Golfes von Neapel* (*Nova Acta Academiae Leop. Carol.*, vol. XL, 1878, p. 67).

(3) Falkenberg, *Befruchtung und Generationwechsel von Culteria*. (*Mittheilungen aus der Zoologischen Station zu Neapel*. I Band, 3 Heft).

(4) *Cutleriaceen*, p. 70 et suiv., pl. IX, fig. 914.

émanant de la base de son pédicelle ; sur ses bords, il se résolvait en poils colorés, longs d'un millimètre, et possédait l'accroissement caractéristique pour le thalle des Cutlériacées (1).

En examinant, de temps à autre, la même pierre sur laquelle nous trouvions ces individus, nous avons pu nous rendre témoin de leur développement successif et de leur fructification, et acquérir ainsi la certitude qu'ils étaient réellement des jeunes *Cutleria* à la base desquels il n'y a aucune espèce de prothalle à cette époque. Un petit *Elachista* qui s'y trouvait entremêlé n'avait rien de commun avec notre plante.

Le *C. adspersa* est une espèce strictement dioïque (2). Les échantillons mâles et femelles sont tout aussi fréquents, et souvent si intimement soudés par leurs bases qu'il devient impossible d'en pratiquer une séparation exacte sans les déchirer. Les individus des deux sexes se ressemblent complètement et ne peuvent être distingués que par la coloration différente de leurs sores fructifères disséminés à la surface supérieure du thalle ; cette coloration est orangée dans les mâles (pl. 13, fig. 1), et brune très foncée, presque noire, dans les femelles (pl. 13, fig. 5).

Les organes sexuels qui constituent les sores ont une forme et une disposition totalement semblables à ce qui se voit dans le *C. multifida* et le *Zanardinia*. Les poils sur lesquels sont insérés ces organes ne contiennent pas de chromule, sauf dans la partie supérieure, courbée en crosse et dépourvue d'organes sexuels.

Les sporanges se composent généralement de quatre étages dont chacun est divisé à l'aide de cloisons longitudinales en quatre cellules juxtaposées (pl. 13, fig. 3). Il en résulte que le nombre de cellules contenues dans le sporange est de 16 dans le cas normal, mais ce nombre peut monter jusqu'à 32 à cause de divisions additionnelles qui se pratiquent dans le

(1) Janczewski, *Accroissement du thalle des Phéosporées* (*Mémoires de la Soc. d. sc. nat. de Cherbourg*, t. XIX, 1875).

(2) Derbès et Solier, *Mémoire sur quelques points de la physiologie des Algues*, p. 59.

sens soit transversal, soit vertical. Le contenu de chaque cellule se constitue en une oosphère mobile qui s'échappe de son enveloppe par une ouverture circulaire pratiquée dans la membrane extérieure du sporange (pl. 13, fig. 4). Avant de quitter sa cellule-mère, l'oosphère laisse déjà apercevoir son rostre incolore et un granule rouge orangé.

L'émission des oosphères s'opère de grand matin, quoiqu'elle puisse être considérablement retardée par la température trop basse du liquide ambiant. Elle n'est pas toujours simultanée pour toutes les cellules du même sporange, et on voit souvent des sporanges dont les étages supérieurs sont vidés tandis que les inférieurs sont encore remplis de spores. Le cas inverse est beaucoup plus rare.

Les anthéridies sont généralement constituées de seize étages dont le nombre peut se trouver un peu augmenté ou diminué (pl. 13, fig. 2). Chaque étage est divisé dans le sens longitudinal, comme dans les sporanges, en quatre cellules qui produisent, chacune, deux anthérozoïdes placés à côté l'un de l'autre. Le nombre total des anthérozoïdes formés dans une anthéridie est, par conséquent, de 128 dans le cas normal et varie tantôt en plus, tantôt en moins.

L'émission des anthérozoïdes a lieu à la même heure que celle des oosphères; elle peut être également retardée par la basse température et se produire même dans l'après-midi, si la température augmente à cette époque de la journée. La durée du mouvement des anthérozoïdes ne dépasse pas douze heures, elle est même généralement plus courte. A quatre ou cinq heures du soir, la plupart de ces corpuscules se trouvent à l'état de repos et commencent à se désorganiser sans s'être revêtus d'une membrane cellulaire comme le voulait M. Reinke pour les anthérozoïdes du *Cutleria multifida* (1).

Les anthérozoïdes du *C. adspersa* ont absolument la même forme et la même structure que ceux des Fucacées (pl. 13, fig. 13); leur granule rougeâtre se colore également en bleu

(1) Reinke, *Cutleriaceen*, p. 66.

ou bleu verdâtre par la solution de l'iode dans l'iodure de potassium (1). Examiné sous un fort grossissement, ce granule paraît être un bourrelet circulaire avec une ouverture au centre; plus rarement il est remplacé par deux globules colorés enfermés dans une espèce de vacuole (pl. 13, fig. 14). Quand l'anthérozoïde est déjà en voie de décomposition, le bourrelet coloré se coupe en quatre ou cinq petits globules contenus dans un sac plus transparent que la substance environnante, et paraissant être une vacuole.

Les oosphères mobiles du *C. adspersa* ressemblent beaucoup aux zoospores des Phéosporées, quoique leur forme soit assez variable, tantôt ovoïde, tantôt cylindroïde (pl. 13, fig. 6 et 7). Tout le corps de l'oosphère est coloré, sauf la partie antérieure qui en constitue le rostre. Il est cependant assez facile de trouver des oosphères allongées dans la partie postérieure en une queue incolore comme le rostre, mais sensiblement plus étroite. Le rostre n'est pas aussi pointu que dans la plupart des zoospores ; il est un peu renflé d'un côté à cause de la présence d'un chromoplastide isolé, contenant le granule orangé (pl. 13, fig. 7). Ce petit renflement du rostre sert aussi de point de départ aux deux cils vibratiles, dont l'antérieur est inséré au-dessus et le postérieur au-dessous de ce chromoplastide particulier.

La structure intime de l'oosphère ne peut pas être étudiée sur des individus intacts à cause de leur coloration intense et de leur mobilité; à cette fin, il faut comprimer l'oosphère pour qu'elle devienne immobile et transparente, en ayant soin de ne pas l'écraser et de ne pas détruire sa structure interne.

Ainsi traitée, l'oosphère fait voir que le protoplasma incolore dont elle est composée contient une trentaine de chromoplastides bruns (pl. 13, fig. 8), et une quantité semblable de globules incolores, très réfringents, mais beaucoup plus petits que les chromoplastides (2). Le nucléus y fait absolument dé-

(1) Thuret, *Recherches sur la fécondation pes Fucacées* (*Annales des sciences nat.*, 4e série, vol. II, p. 207).

(2) Ces globules incolores paraissent être de la même nature que les globules

faut ; la vacuôle qu'on trouve quelquefois dans le protoplasma du rostre ne paraît pas exister dans l'oosphère intacte et résulte probablement de la désorganisation qui va commencer.

Outre les chromoplastides ordinaires qui coloraient la partie brune de l'oosphère et se sont écartés sous l'influence de la pression, on aperçoit encore, comme nous l'avons déjà dit précédemment, un chromoplastide situé entre l'insertion des cils vibratiles, plus volumineux que ses semblables et surtout muni d'un granule orangé. Ce granule est intimement soudé au chromoplastide et paraît, sous un fort grossissement, être organisé de la même façon que le granule orangé des anthérozoïdes. C'est un anneau réfringent et coloré, appliqué à la surface du chromoplastide (pl. 13, fig. 17, *a*) dont le sépare une ligne incolore ; il est enfermé dans un petit sac incolore qui lui adhère et est peu distinct au début. Plus tard, quand l'eau s'infiltre dans la substance de l'oosphère écrasée ou plutôt dans la substance du chromoplastide, l'anneau orangé se désagrège en cinq, six à huit globules qui ne se dispersent pas dans le liquide ambiant, mais restent enfermés dans le petit sac facile à distinguer à ce moment (pl. 13, fig. 17, *b*, *c*). Ajoutons encore que l'anneau orangé (ou les globules qui en dérivent) se colore en bleu foncé par l'iode.

Le mouvement des oosphères du *Cutleria adspersa* dure presque aussi longtemps que celui des anthérozoïdes et est également dirigé par la lumière. Une certaine quantité d'oosphères, sorties probablement plus tard de leurs sporanges, se meuvent encore le soir, mais pour la plupart elles passent à l'état de repos à une ou à deux heures de l'après-midi et adoptent une forme sphéroïdale. C'est le moment où elles sont devenues aptes à recevoir la fécondation, sans laquelle leur germination ne peut jamais avoir lieu.

réfringents qui se trouvent dans les cellules des Fucacées, Phéosporées et Dictyotées, et qui représentent probablement le produit de l'assimilation. D'après nos observations, ces gouttelettes réfringentes des Algues brunes se dissolvent presque instantanément dans l'eau distillée, la glycérine, les alcalis, les acides et les réactifs iodés ; elles ne sont cependant pas attaquées par l'acide acétique.

Dans une culture ne contenant que des échantillons femelles, les oosphères parvenues à l'état de repos et non fécondées se désorganisent pour la plupart dans un bref délai, à trois ou quatre heures de l'après-midi. Il en reste cependant beaucoup d'intactes qui se couvrent bientôt d'une membrane cellulaire. Le lendemain, on trouve, il est vrai, un certain nombre d'oosphères dépourvues de membrane et exsudant à leur surface des globules protéiques (pl. 13, fig. 15) sous l'influence de l'iode (avec l'iodure de potassium), exactement comme le font les oosphères non fécondées du *Fucus* traitées par le chlorure de zinc (1), mais elles sont peu nombreuses relativement à celles qui sont pourvues d'une membrane et qui commencent déjà à se vider par un tube très variable dans ses dimensions et sa forme (pl. 13, fig. 16). Ces dernières rappellent absolument le sort que subissent les oosphères non fécondées du *Fucus* (2) et ne peuvent plus être fécondées à cette époque. D'après M. Falkenberg (3), les oosphères du *Cutleria multifida* sont bien plus patientes à attendre la fécondation ; elles conservent assez longtemps leur forme et leur structure et peuvent être fécondées le troisième et même le quatrième jour après leur sortie des sporanges. Rien de pareil dans le *C. adspersa*, car les oosphères échappées à la désorganisation se trouvent dès le lendemain revêtues d'une membrane et déversent à l'extérieur tantôt tout leur contenu, tantôt sa plus grande partie, au moyen d'un tube également enveloppé d'une membrane cellulaire (pl. 13, fig. 16). Ce contenu s'arrondit au sommet du tube, paraît se couvrir d'une membrane (3), se conserve quelques jours (une dizaine quelquefois) sans présenter aucun changement essentiel, et finit par se désorganiser totalement.

(1) Thuret, *Deuxième note sur la fécondation des Fucacées* (*Annales des sciences naturelles*, 4e série, vol. VII, p. 36).

(2) Thuret, *Fécondation des Fucacées*, p. 205, pl. 15, fig. 20.

(3) *L. c.*, p. 427.

(4) Cette membrane, si elle existe, est très mince, mais suffisante pour arrêter la décomposition du contenu par le réactif iodé (iode avec iodure de potassium).

II.

FÉCONDATION ET GERMINATION.

Le sort des oosphères du *C. adspersa* est tout différent si on leur ajoute des anthérozoïdes vivants. Ceux-ci n'ont aucune affinité pour les oosphères à l'état mobile; mais sitôt que ces oosphères ont perdu leur mouvement, les anthérozoïdes se dirigeant vers la lumière et rencontrant les oosphères dans leur chemin tombent dans leur sphère d'attraction (1), commencent à tourner auprès d'elles, s'en rapprochent de plus en plus, se heurtent contre elles et finissent par s'accoler à n'importe quel point de leur surface (pl. 13, fig. 9, *a*, *b*). Si un nombre plus considérable d'anthérozoïdes s'est mis en contact avec une oosphère, ils lui impriment un mouvement de rotation plus ou moins prononcé, mais dépourvu de toute régularité et bien plus lent que dans les Fucacées.

Les anthérozoïdes fixés à la surface de l'oosphère perdent leurs cils sans trop tarder, se gonflent, perdent peu à peu leurs contours (pl. 13, fig. 9, *c*) et se décomposent en ne laissant que leur granule orangé adhérent au contour extérieur de l'oosphère. Dans nos cultures cellulaires, tous les anthérozoïdes fixés aux oosphères subissaient le même sort; sauf un ou deux cas douteux, nous ne les avons jamais vus se fondre avec le protoplasma de l'oosphère. Évidemment les cultures cellulaires ne conviennent pas aux éléments sexuels du *C. adspersa*; en mêlant les anthérozoïdes aux oosphères mobiles nous n'avons jamais pu obtenir la germination dans ces cultures.

M. Reinke et M. Falkenberg ont été plus heureux à cet égard et pouvaient nous donner une description détaillée des phénomènes de la fécondation; mais malheureusement les faits

(1) Cette sphère d'attraction est assez petite et ne peut pas être comparée à l'immense sphère qu'on observe, d'après M. Falkenberg (*l. c.*, p. 496), dans le *Cutleria multifida*.

avancés par ces savants ne sont ni en parfaite concordance, ni assez complets en ce qui concerne surtout le granule orangé de l'anthérozoïde. En nous basant sur les faits observés et nous aidant un peu de l'analogie avec les phénomènes de fécondation observés dans les Algues vertes et les Fougères, nous pouvons légitimement supposer qu'un des anthérozoïdes fixés sur la partie incolore de l'oosphère se soude avec elle comme une petite goutte d'eau se fond avec une goutte plus grande. Cet acte doit se passer généralement entre une ou deux heures de l'après-midi. Entre deux et trois heures, la majorité des oosphères est déjà fécondée, elles ont acquis une forme ovoïde et sont couvertes d'une membrane très mince, il est vrai, mais parfaitement reconnaissable quand on écrase la spore. Le rostre primitif de l'oosphère n'occupe plus son sommet, mais plutôt le côté latéral; il est, en outre, très difficile, quelquefois impossible à reconnaître à cause du déplacement des chromoplastides. Si le rostre peut être distingué dans la spore, on y voit à présent deux granules orangés peu éloignés l'un de l'autre (pl. 13, fig. 10) et servant de preuve incontestable qu'une fécondation directe a eu réellement lieu, et que l'anthérozoïde s'est fondu dans la substance incolore du rostre. Des deux granules orangés, l'un, plus petit et indépendant, provient de l'anthérozoïde; l'autre, plus grand et soudé à un chromoplastide, appartient à l'oosphère. Sauf le granule coloré, on ne voit aucun autre vestige- de l'anthérozoïde féconda teur, son protoplasma s'est complètement mêlé au protoplasma de l'oosphère.

Nos observations confirment pleinement l'assertion de MM. Reinke et Falkenberg que l'oosphère des Cutlériées est fécondée par un seul anthérozoïde; outre le granule orangé appartenant à l'oosphère, on n'en trouve dans son intérieur qu'un seul plus petit et indépendant de tout chromoplastide. Dans bien des cas, les granules orangés paraissaient plus nombreux, mais il était toujours aisé de reconnaître que tous les granules surnuméraires adhéraient à la surface extérieure de la membrane et provenaient des anthérozoïdes plus nombreux, accolés

à l'oosphère et n'y ayant pas participé à la fécondation. A cette fin, il faut faire rouler la spore de manière à la voir dans des positions différentes, ce qui est très facile lorsque sa membrane est devenue plus épaisse et plus résistante.

A cinq heures du soir, la membrane des spores est suffisamment épaisse pour être vue sous un grossissement convenable sans le secours des réactifs chimiques ou de l'écrasement.

Le développement ultérieur des spores fécondées est très rapide au début. Le matin qui suit le jour de la fécondation, on trouve les spores commençant à germer; elles ont augmenté de volume, changé de forme et se sont déjà divisées en deux cellules dont la plus grande est relativement plus riche en chromoplastides que la plus petite (pl. 13, fig. 11). Celle-ci donnera naissance au poil radical, l'autre se développera en germe. Les deux granules orangés (mâle et femelle) enfermés dans la spore se comportent différemment pendant cette division; tantôt ils restent tous les deux dans la cellule-germe; tantôt ils se répartissent entre les deux cellules du germe ou entrent tous les deux dans la cellule radiculaire.

Le deuxième jour, le germe se trouve encore plus avancé. La cellule radiculaire a beaucoup gagné en longueur; elle s'est souvent divisée en deux par une cloison transversale, et ramifiée dans certains cas. La cellule-germe s'est aussi partagée en deux en sens transversal, mais conserve plus ou moins sa forme et son volume primitifs (pl. 13, fig. 12). Les jours suivants, le progrès de la jeune plante ou plutôt de son prothalle, consiste en divisions transversales des cellules qui constituent son corps et en allongement de son poil radiculaire. Si celui-ci touche à quelque objet (paroi du vase, autre prothalle), il cesse de s'allonger, se ramifie et forme des crampons qui servent à fixer le prothalle.

Les plus gros prothalles âgés de vingt jours, que nous avons observés, étaient composés de cinq et six cellules dont une ou deux étaient divisées en sens vertical. La cellule terminale était quelquefois munie d'un poil droit, incolore, croissant par sa base et totalement différent des poils radiculaires. A cause du

départ, nos observations ont dû être arrêtées à cette époque.

C'est à l'obligeance de M. Ed. Bornet que nous sommes redevable des détails sur le développement ultérieur de nos germes. M. Bornet a bien voulu suivre nos cultures et nous en écrit les lignes suivantes :

« D'abord le corps de la jeune plante s'allonge, grossit et se cloisonne par des divisions parallèles (pl. 13, fig. 18, 19); puis çà et là quelques articles se coupent par des cloisons longitudinales. Pendant l'accroissement en longueur, la cellule supérieure du filament germinatif est pourvue d'un contenu plus dense que les autres. Enfin elle se coupe obliquement et l'une des deux cellules s'allonge en un poil (pl. 13, fig. 20, 21) qui n'est pas habituellement placé dans le prolongement de l'axe de la figure, mais qui est plus ou moins déjeté de côté. En même temps le filament radiculaire s'est ramifié près de son insertion, tandis que son extrémité libre se divisait pour se fixer au substratum.

» Avec l'âge, les articles de la jeune plante deviennent tous pluricellulaires (pl. 14, fig. 1) ou quelques-uns d'entre eux restant indivis, l'ensemble de la germination représente un chapelet de petites masses cellulaires séparées par des isthmes unicellulaires. On voit alors quelques cellules superficielles de la jeune plante se prolonger en racines. Ces racines naissent exclusivement sur le côté de la plante regardant la paroi du vase dans lequel on la cultive (pl. 14, fig. 2). De la face opposée sortaient quelques poils semblables à celui qui ornait le sommet de la germination et qui, à cette période, est déjà plus ou moins flétri. La distinction entre une face ventrale et une face dorsale se manifestait déjà nettement quand l'observation a été interrompue. Sur quelques-unes des germinations les plus avancées, ne se montrait encore aucune trace de la formation d'une pousse latérale hétéromorphe, plus ou moins analogue à celle que M. Falkenberg a observée dans le *Cutleria multifida*.

» Les cellules de la jeune plante contiennent un gros nu-

cléus central et leurs parois sont tapissées de chromatophores oblongs ou arrondis. »

A la découverte de M. Bornet que les germes du *Cutleria adspersa* sont dorsiventraux, nous pouvons ajouter un petit détail observé sur les préparations que M. Bornet a eu l'obligeance de nous communiquer. Les poils ornant la face dorsale constituent notamment une petite touffe auprès de laquelle le tissu du germe devient plus volumineux qu'ailleurs (pl. 14, fig. 3). Cette touffe de poils a-t-elle quelque signification pour le développement de la jeune plante? C'est une question qui ne pourra être élucidée que par une culture plus prolongée des germes.

III.

AFFINITÉS DES CUTLÉRIÉES.

Après avoir exposé les résultats de nos recherches sur la fécondation et la germination du *Cutleria adspersa*, qui confirment et complètent celles de MM. Thuret, Reinke et Falkenberg concernant d'autres Cutlériées, nous pouvons jeter un coup d'œil sur les affinités de cette famille avec les autres Mélanophycées et tâcher de trouver la position qu'elle devrait occuper dans le système des Algues brunes.

La structure et le mode d'accroissement du thalle étant très variables dans ces plantes, les organes végétatifs ne peuvent pas du tout servir à établir les affinités des familles et quelquefois même des genres dans cette classe. A cette fin il faut avoir recours aux organes de reproduction, qui serviront, seuls, à nous donner la réponse voulue.

Comparons d'abord la reproduction des Cutlériées à celle des Fucacées.

Les anthéridies sont des organes unicellulaires dans les Fucacées, pluricellulaires dans les Cutlériées. Dans les deux cas, ils engendrent des anthérozoïdes mobiles, tellement semblables à tous égards qu'il est impossible de les distinguer. Les anthé-

rozoïdes sont destinés à féconder des oosphères immobiles et dépourvues de membrane ; ils ne germent eux-mêmes jamais.

Les sporanges des Fucacées engendrent tantôt une oosphère unique (*Cystosira*, *Halidrys*, *Himanthalia*, *Pycnophycus*), tantôt ils se divisent en deux (*Pelvetia*), quatre (*Ozothallia*) ou huit (*Fucus*) cellules, dont chacune donne naissance à une oosphère. Ces oosphères quittent leurs sporanges sans présenter aucun mouvement spontané, se composent de protoplasma riche en chromoplastides et en globules incolores, fortement réfringents; elles sont dépourvues de membrane et propres à recevoir la fécondation. Le nucléus y fait défaut; aucun granule orangé n'y a été trouvé jusqu'à présent.

Les sporanges des Cutlériées sont divisés généralement en seize cellules qui engendrent chacune une oosphère mobile, semblable aux zoospores des Phéosporées, quoique sensiblement plus grande. Après avoir nagé pendant plusieurs heures, les oosphères perdent leurs cils, s'arrondissent et deviennent aptes à recevoir la fécondation. Elles ne diffèrent à cette époque des oosphères d'un *Fucus* que par la présence d'une tache incolore et d'un granule orangé, soudé à un chromoplastide.

Les oosphères non fécondées subissent le même sort dans les Cutlériées que dans les Fucacées; les unes, plus nombreuses, se décomposent plus ou moins vite, tandis que les autres se couvrent d'une membrane cellulaire, produisent des tubes irréguliers et vident leur contenu (en partie ou en totalité) au moyen de ces tubes. Elles ne germent jamais, sauf dans le *Cutleria multifida* de l'Océan, où, d'après les expériences de M. Thuret (1), il y aurait parthénogenèse.

La fécondation provoque, dans les Fucacées comme dans les Cutlériées, la prompte formation d'une membrane cellulaire à la surface de l'oosphère, qui germe dès le lendemain. Il n'est pas douteux que la fécondation elle-même se fait, dans

(1) Recherches sur les zoospores des Algues et les anthéridies des Cryptogames (*Annales des sciences natur.*, 3e sér., vol. XVI, p. 13).

les Fucacées, de la même manière que dans les Cutlériées, et qu'elle consiste en une fusion de l'anthérozoïde avec la substance de l'oosphère.

A part quelques différences, la reproduction sexuelle des Cutlériées et des Fucacées présente une analogie incontestable. Il en est tout autrement pour la reproduction assexuée qui manque aux Fucacées, mais qui existe dans le *Zanardinia* et peut-être aussi dans le *Cutleria*. Les organes de cette reproduction consistent en zoosporanges uniloculaires qui engendrent des zoospores semblables aux oosphères mobiles, mais plus petites.

Jetons maintenant un coup d'œil sur l'affinité des Cutlériées avec les autres Phéosporées dont la reproduction sexuelle est inconnue jusqu'à présent (1).

Dans les Laminariées, *Asperococcus*, *Sporochnus*, etc., on ne connaît que des zoosporanges uniloculaires dont la structure indique leur analogie avec les zoosporanges assexués du *Zanardinia*. Dans les Punctariées, Sphacélariées, Chordariées, etc., les zoosporanges uniloculaires ne sont plus les seuls organes reproducteurs; les sporanges pluriloculaires qui s'y adjoignent peuvent être assimilés, à juste titre, aux sporanges femelles des Cutlériacées, quoique la sortie des spores mobiles qui s'en échappent s'effectue d'une manière différente. Enfin dans les *Scytosiphon*, *Colpomenia*, etc., les sporanges pluriloculaires sont les seuls organes reproducteurs connus jusqu'aujourd'hui.

Il est absolument incontestable que les zoospores issus des sporanges soit uniloculaires, soit pluriloculaires, germent parfaitement sans fécondation ou copulation préalable. Ce fait

(1) Quelques botanistes croyaient avoir trouvé la sexualité des Phéosporées dans la fusion de leurs zoospores, mais ces idées reposent sur des observations mal interprétées ou trop peu décisives pour dissiper les doutes si justement soulevés à cet égard. Les milliers de zoospores du *Scytosiphon lomentarius*, *Colpomenia sinuosa*, *Ectocarpus Sandrianus* et *E. simpliciusculus* que nous avons récemment examinées avec toute la précision nécessaire et cultivées en cellule en les contrôlant de la manière la plus rigoureuse, germaient parfaitement sans jamais présenter la plus légère tendance à la copulation.

semblerait sinon anéantir, du moins affaiblir beaucoup le rapprochement que nous venons d'exposer, si quelques Algues exceptionnelles ne venaient pas le confirmer d'une manière positive et jeter une vive lumière sur cette question. Ces Algues : *Tilopteris Mertensii* (1) *Haplospora globosa* et autres Tiloptéridées (2), *Ectocarpus Lebelii* et *E. secundus* (3), possèdent des anthéridies qui engendrent des anthérozoïdes entièrement semblables aux anthérozoïdes des Cutlériées et des Fucacées et également incapables de germer. Elles sont par conséquent pourvues d'organes mâles incontestables.

A côté de ces organes, on trouve des sporanges pluriloculaires dans les deux espèces d'*Ectocarpus* que nous venons de mentionner. Leur analogie avec les sporanges femelles des Cutlériées est évidente ; il reste seulement à savoir si les spores mobiles qui s'en échappent possèdent la faculté de germer sans fécondation préalable. Si cette faculté leur manquait, l'*E. Lebelii* et l'*E. secundus* ressembleraient totalement aux Cutlériées; si elle leur était propre, nous aurions un nouvel exemple de parthénogenèse, qui est aussi très probable pour le *Cutleria multifida* de l'Océan.

Étant obligé d'admettre que les sporanges pluriloculaires de l'*E. Lebelii* et *secundus* ne sont autre chose que des sporanges femelles, il est impossible de ne pas attribuer le même rôle aux sporanges pluriloculaires des autres *Ectocarpus* et de toutes les autres Phéosporées, et de ne pas considérer les zoospores qui y prennent naissance comme étant des oosphères mobiles, homologues à celles des Cutlériées. A défaut d'organes mâles, ces oosphères germent sans être fécondées et offrent un exemple de parthénogenèse constante.

Les *Tilopteris Mertensii*, *Haplospora globosa*, *Scaphospora speciosa* et *S. arctica* ne diffèrent pas trop essentiellement de

(1) Thuret, *Recherches sur la fécondation des Fucacées et les anthéridies des Algues* (*Ann. des sc. nat.*, 4e série, vol. III, p. 6).

(2) Kjellman, *Bidrag till Kännedomen om Skandinaviens Ectocarpeer och Filopterider*, 1872, p. 8.

(3) Bornet et Thuret, *Études phycologiques*, 1878, p. 24.

l'*Ectocarpus Lebelii* et *secundus*, car ils possèdent des anthéridies analogues à celles des Cutlériées et des organes femelles en forme de sporanges unispores. Ces sporanges remplacent évidemment les sporanges pluriloculaires de ces *Ectocarpus*, comme les sporanges unispores des *Cystosira*, *Halidrys*, *Himanthalia* et *Pycnophycus* sont les homologues des sporanges octospores des *Fucus*. Les spores produites dans ces sporanges sont immobiles comme celles des Fucacées; elles semblent pouvoir se passer de la fécondation et germent quelquefois à l'intérieur de leurs sporanges (1).

La conclusion qui nous reste à déduire de la comparaison des Cutlériées avec les Fucacées et les Phéosporées peut être formulée en ces termes :

Les Cutlériées forment une petite famille très voisine des Ectocarpées, font partie de la tribu des Phéosporées et ne sont pas moins éloignées des Fucacées qu'un *Tilopteris* ou que l'*Ectocarpus Lebelii*. Si la parthénogenèse est un phénomène constant dans une foule de Phéosporées et n'arrive qu'exceptionnellement dans les Cutlériées, ce n'est là qu'une raison pour mettre les Cutlériées au sommet des familles de la vaste tribu des Phéosporées, comme le fit jadis G. Thuret.

EXPLICATION DES FIGURES

PLANCHE 13.

Fig. 1. Individu mâle du *Cutleria adspersa*. Grandeur naturelle.
Fig. 2. Anthéridies insérées sur un poil fructifère. L'anthéridie basale est vidée. Gross. de 320 diam.
Fig. 3. Sporanges insérés sur un poi semblable. Gross. de 320 diam.
Fig. 4. Sporange récemment vidé. Une oosphère est encore restée dans sa cellule. Gross. de 320 diam.
Fig. 5. Individu femelle. Grandeur naturelle.
Fig. 6. Oosphères en mouvement. Gross. de 320 diam.
Fig. 7. Oosphère mobile. Gross. de 625 diam.

(1) Thuret, — *Fucacées et anthéridies* (*Ann. des sc. nat.*, 4e série, vol. III, p. 7).

Fig. 8. Oosphère mobile assez fortement comprimée. Gross. de 625 diam.

Fig. 9. Oosphères parvenues à l'état de repos, à deux heures de l'après-midi. *a* et *b* avec anthérozoïdes assez récemment accolés; *c* avec anthérozoïdes en décomposition. Gross. de 625 diam.

Fig. 10. Oosphères fécondées, contenant deux globules orangés — mâle et femelle — et recouvertes de membrane. Trois heures de l'après-midi. Gross. de 625 diam.

Fig. 11. Oosphères au lendemain de la fécondation. La germination a déjà commencé. Gross. de 625 diam.

Fig. 12. Germes âgés de deux jours. Les granules orangés sont bien visibles. Gross. de 320 diam.

Fig. 13. Anthérozoïdes en mouvement. Gross. de 320 diam.

Fig. 14. Anthérozoïdes dont le mouvement a été très ralenti. Gross. de 1165 diam.

Fig. 15. Oosphères non fécondées traitées par l'iode, le lendemain de l'émission. Exsudation de globules protéiques à la surface dépourvue de membrane. Gross. de 320 diam.

Fig. 16. Oosphères non fécondées, le lendemain de l'émission. Elles sont couvertes de membrane et vident leur contenu au moyen des tubes de forme différente. Gross. de 320 diam.

Fig. 17. Chromoplastides munis de l'appendice orangé : *a*, récemment extrait de l'oosphère; *b*, le même après une vingtaine de minutes; *c*, chromoplastide semblable à *b*, mais en position différente. Gross. de 1165 diam.

Fig. 18 et 19. Germes de trente jours. (Dessins de M. Bornet.) Gross. de 330 diam.

Fig. 20 et 21. Germes de quarante jours. (Dessins de M. Bornet.) Gross. de 330 diam.

PLANCHE 14.

(D'après les préparations de M. Bornet.)

Fig. 1. Germe âgé de quarante jours. Sa bilatéralité se manifeste dans la direction des poils radiculaires et du poil terminal. Gross. de 320 diam.

Fig. 2. Germe âgé de soixante jours. Les poils qui naissent sur la face ventrale sont tous radiculaires; la face dorsale est ornée d'une touffe de poils à accroissement basal. Le poil terminal est désorganisé, il n'en reste que la base. Gross. de 320 diam.

Fig. 3. Germe exceptionnellement court, âgé de soixante jours. La face ventrale ne possède pas de racines. Le tissu de la face dorsale est plus développé; il contient un petit enfoncement d'où sortent les poils réunis en touffe. Gross. de 320 diam.

GODLEWSKIA

NOUVEAU GENRE D'ALGUES DE L'ORDRE DES CRYPTOPHYCÉES (1)

Par M. Édouard de Janczewski.

En étudiant le *Batrachospermum moniliforme* récolté dans un fossé voisin du jardin botanique de Cracovie, nous avons trouvé sur certains échantillons une Algue nouvelle qui ne rentre dans aucun des genres connus. Nous proposons de lui donner le nom de M. le Dr Émile Godlewski, dont les travaux sont si estimés par tous ceux qui s'intéressent à la physiologie des végétaux.

Les individus du *Godlewskia* commençant à fructifier vivent en épiphytes sur les sommités des filaments périphériques du *Batrachospermum* et s'en distinguent au premier coup d'œil par leur belle coloration en bleu-vert. Ils sont composés de deux organes : le stérigme et les conidies (pl. 14, fig. 4, 5).

Le stérigme est une cellule en forme de flacon à gorge courte et large; les conidies sont des cellules plus petites, arrondies et disposées en série qui part du sommet du stérigme.

L'examen plus approfondi d'un individu semblable nous apprend que le stérigme est le siège de la formation des conidies. A cette fin, le stérigme se coupe par une cloison horizontale en deux cellules, dont l'une conserve la forme et la fonction primitives, tandis que l'autre, de beaucoup plus petite, devient une conidie. Les conidies produites successivement par le même stérigme se disposent nécessairement en une série plus ou moins régulière; avec l'âge, elles gagnent en volume, s'arrondissent, s'éloignent l'une de l'autre, tombent dans le désordre (pl. 14, fig. 4, 5) et se seraient aisément dispersées dans tous les sens, si le mucus du *Batrachospermum*, et peut-être aussi leur propre mucus, n'y mettait pas d'obstacle. On ne voit aucune substance gélatineuse qui relierait les conidies

(1) *Mémoires de l'Académie des sciences de Cracovie*, vol. XI, p. 142.

plus âgées ; les deux, trois ou quatre conidies inférieures, les plus récentes, sont dans le cas contraire, et se trouvent entourées d'une gaine gélatineuse insérée sur la membrane du stérigme, s'élargissant vers le haut et perdant peu à peu ses contours.

Les conidies engendrées par l'activité du stérigme ne se multiplient pas spontanément et ne forment aucune Chroococcacée. Il paraît qu'elles germent immédiatement si le courant d'eau ou un autre moteur les transporte sur les filaments du *Batrachospermum*, voisins ou plus éloignés ; elles s'y fixent (pl. 14, fig. 6) et donnent naissance à des individus semblables à la plante maternelle.

Avant de perdre sa force reproductrice, le stérigme peut engendrer un nombre très considérable de conidies, seulement ses produits tardifs sont un peu différents des produits plus précoces. Les conidies ne se dispersent plus aussi aisément, elles restent accolées les unes aux autres et germent sur place d'après l'ordre de leur apparition. Il en résulte une colonie complexe fixée à un filament de *Batrachospermum* par le stérigme primaire seulement (pl. 14, fig. 6). Le sommet de cette colonie est formé par des individus de deuxième génération, semblables à l'individu maternel quand celui-ci était plus jeune. Au-dessous du sommet on voit des conidies qui acquièrent la forme et le volume de stérigmes. Les conidies beaucoup moins modifiées et disposées en série viennent un peu plus bas. A la base même de la colonie, se trouvent les dernières conidies disposées en couches horizontales ; enfin, le stérigme primaire, qui a perdu sa forme de flacon. Il n'est pas douteux que ces dernières conidies, si particulièrement agencées, proviennent de ce que le stérigme, devenu large au sommet, avait formé des cellules discoïdes, et que celles-ci se sont divisées en sens longitudinal et ont engendré deux, trois ou quatre conidies juxtaposées.

Très fréquemment, les colonies du *Godlewskia* sont encore plus compliquées, et les individus de deuxième génération y sont très irrégulièrement disposés (pl. 14, fig. 7). Il est très

facile d'en remarquer la cause : les conidies qui ont donné naissance à ces individus avaient été déplacées et irrégulièrement dispersées par les conidies de formation plus récente.

Quand les colonies complexes du *Godlewskia* atteignent des dimensions plus considérables, et quelquefois on peut les remarquer sans l'aide du microscope, c'est alors un assemblage totalement irrégulier d'individus à tous les états de développement. Elles adhèrent aux rameaux du *Batrachospermum* et s'en détachent avec facilité. Leur mode d'insertion est impossible à découvrir, et l'on ne peut pas savoir, par conséquent, ce que devient le stérigme primaire de tout cet amas d'individus.

Nous n'avons pas dit jusqu'à présent de quelle manière une conidie se transforme en un individu complet. Depuis sa naissance la conidie ne cesse pas de gagner peu à peu en volume et en coloration; elle devient d'abord sphérique et ovoïde plus tard. Ensuite une de ses extrémités s'allonge un peu et lui donne la forme d'un flacon. Quand la conidie a été fixée à un filament du *Batrachospermum*, c'est toujours l'extrémité opposée qui subit ce changement.

La membrane qui recouvre le sommet du stérigme ainsi formé se gonfle peu à peu; une cloison horizontale apparaît dans le col du flacon et en détache une première conidie (pl. 14, fig. 6). Après la production d'une deuxième conidie, la membrane gonflée du stérigme qui les enveloppait toutes les deux, s'ouvre, ou plutôt se dissout au sommet, et constitue la gaine gélatineuse qui protègera les conidies de formation récente et permettra la dispersion des conidies plus âgées.

La nouvelle Algue dont nous venons de donner la description, paraît être très rare. Nous l'avons trouvée le 26 avril 1883 sur le *Batrachospermum*, mais non sur le *Chantransia* qui en constitue la génération asexuée.

Ne connaissant qu'une seule espèce du genre : le *Godlewskia aggregata*, nous ne pouvons pas en donner la diagnose, car nous risquerions de confondre les caractères spécifiques avec

les génériques. Sa place sera toutefois dans le groupe des Cryptophycées coccogonées Thur. et dans la tribu des Chamæsiphoniées.

EXPLICATION DES FIGURES

PLANCHE 14.

Fig. 4 et 5. Individus solitaires du *Godlewskia*, attachés aux filaments du *Batrachospermum*. Gross. de 625 diam.

Fig. 6. Colonie complexe et deux conidies du *Godlewskia* fixées au même filament du *Batrachospermum*. Gross. de 625 diam.

Fig. 7. Colonie complexe plus irrégulière et plus développée que la précédente. Gross. de 625 diam.

DE LA TRANSPIRATION DANS LES VÉGÉTAUX

Par M. A. LECLERC.

HISTORIQUE.

Un grand nombre de personnes se sont occupées de la transpiration des plantes. D'abord, en suivant l'ordre chronologique, Woodward au XVII[e] siècle expérimente sur des plantes aquatiques et recherche, en même temps, l'influence qu'exerce la composition des eaux sur leur développement.

Hales, dans ses *Essais statiques* parus en 1727, publie d'intéressantes observations sur la faculté d'évaporation des feuilles.

Guettard, en 1748 et 1749, consigne ses observations dans les *Mémoires de l'Académie des sciences :* il semble croire que la lumière solaire exerce une influence sur l'évaporation.

Plus récemment, M. Lawes fait de longues séries d'expériences dans le but de déterminer la quantité d'eau transpirée par des arbres à feuilles caduques ou à feuilles persistantes.

Tous ces expérimentateurs ne s'étaient pas préoccupés de la cause première de la transpiration; ils s'étaient contentés de mesurer l'intensité du phénomène. Mais il n'en est pas ainsi des observateurs suivants.

En 1836, Daubeny est conduit, d'après ses essais, à admettre que la transpiration est due « à l'action combinée de la chaleur et de la lumière. » M. Sachs dit : « La lumière est un des agents qui agissent le plus efficacement sur la transpiration; mais on ne peut dire si elle agit par elle-même ou par union intime avec une élévation de température. Il est facile de constater qu'une plante exposée, alternativement, au soleil et à l'ombre, transpire beaucoup plus dans la première des positions; l'effet est visible après quelques minutes, mais est peut-être dû à l'échauffement des tissus. »

M. Dehérain, dit « que c'est la lumière qui est la cause déterminante du phénomène d'évaporation » (*Cours de Chimie agricole*, p. 172).

Enfin, les nombreuses expériences de M. J. Boussingault tendent à montrer que le phénomène de la transpiration est lié plus directement à la température et conséquemment à l'état hygrométrique de l'air ambiant, qu'à la lumière.

Pendant que je poursuivais les recherches faisant l'objet de ce mémoire, M. Wiesner (*Sitzungsb. der k. Akad. d. Wissensch.*, LXXIV, 1876) publiait à mon insu un important travail sur l'influence de la lumière et de la chaleur rayonnante sur la transpiration des plantes, dont la principale conclusion était qu'une partie de la lumière, transformée en chaleur par la chlorophylle, produisait un échauffement des tissus et une élévation de la tension de la vapeur d'eau dans les méats intercellulaires capables d'activer la transpiration. Envisagé de cette façon, le phénomène de la transpiration devient un phénomène entièrement physique et fonction de la température de la plante. Mais il ne semble pas avoir cherché s'il n'y aurait pas une relation entre la transpiration et l'état hygrométrique de l'air. J'ai tenté précisément, dès 1873, de nombreuses expériences dans le but d'éclairer ce point de la question. Elles constituent un travail original qui, je crois, même après la publication de M. Wiesner, ne perd rien de sa valeur et que, pour la clarté de l'exposition, j'ai divisé en plusieurs parties.

1° Expériences préliminaires et discussion des essais de M. Dehérain.

2° Expériences dans des atmosphères renouvelées d'air sec et d'air humide.

3° Expériences à l'air libre.

4° Représentation graphique des résultats. — Conclusions.

5° Applications.

1° *Expériences préliminaires et discussion des essais de M. Dehérain.*

La lecture des expériences de M. Dehérain sur la transpiration me suggéra l'idée de faire quelques essais comparatifs sur le même sujet : ils sont le point de départ de toutes mes recherches.

J'ai pris des pieds d'Orge de développement aussi égal que possible; ils végétaient dans une solution nutritive; deux pieds furent placés à l'air libre et à la lumière; deux autres pieds sous une cloche renfermant du chlorure de calcium, également à la lumière, et enfin deux autres pieds à la cave, à l'obscurité. Voici les quantités d'eau transpirée :

DATES DES PESÉES.	PIEDS A L'AIR LIBRE.		PIEDS SOUS CLOCHE. (avec CaCl.)		PIEDS A L'OBSCURITÉ.	
	N° 1.	N° 2.	N° 3.	N° 4.	N° 5.	N° 6.
Heures.	Gramm.	Gramm.	Gramm.	Gramm.	Gramm.	Gramm.
20 mai 1873, 4 25 soir.....	»	»	»	»	»	»
21 — 4 25 soir.....	0 277	0 890	0 596	0 357	0 200	0 202
22 — 4 25 soir.....	0 250	0 282	0 398	0 455	0 176	0 185
23 — 4 25 soir.....	0 258	0 265	0 444	0 528	0 149	0 172
24 — 3 00 soir.....	0 225	0 015	1 461	0 520	0 160	0 156
25 — 4 00 soir.....	0 468	0 368	0 579	0 692	0 182	0 172
26 — 3 1/2 soir.....	0 452	0 477	0 521	0 713	0 153	0 173
27 — 5 1/2 soir.....	»	»	0 759	0 967	0 190	0 205
28 — 4 1/2 soir.....	0 682	0 170	0 563	0 618	0 145	0 160
29 — 5 1/2 soir.....	0 373	0 170	0 722	0 775	»	»

La transpiration moyenne par heure a été :

A l'air libre.. pour le n° 1....... 13,68 milligrammes.
— pour le n° 2....... 13,00 —
A l'air sec (sous cloche avec du chlorure de calcium).
pour le n° 3....... 28,05 milligrammes.
— pour le n° 4....... 26,04 —
A l'obscurité. pour le n° 5....... 7,04 —
— pour le n° 6....... 6,56 —

On remarquera que dans l'air sec, la transpiration a été

beaucoup plus forte qu'à l'air libre, bien que les plantes aient été également insolées; les pieds placés à l'obscurité, à la cave, c'est-à-dire dans un lieu presque saturé de vapeur d'eau, n'ont pas évaporé plus du quart de ceux qui étaient dans l'air sec.

Un second essai fut recommencé, à partir du 27 mai 1873, à 11 heures du matin : les pieds étaient pesés régulièrement à cette heure. Les nos 1 et 4 étaient sous cloche dans l'air sec; les nos 2 et 3 sous cloche, dont les parois étaient constamment couvertes par un filet d'eau : l'air était ainsi saturé. Voici les résultats qui ont été obtenus :

DATES DES PESÉES.	AIR SEC.		AIR SATURÉ.		EXCRÉTION du n° 2.	EXCRÉTION du n° 3.
	N° 1.	N° 4.	N° 2.	N° 3.		
	Gramm.	Gramm.	Gramm.	Gramm.	Milligr.	Milligr.
27 mai 1873, 11 heures matin.	»	»	»	»	»	»
28 — —	0 280	0 314	0 044	0 034	»	»
29 — —	0 265	0 300	0 067	0 051	16	17
30 — —	0 261	0 380	0 067	0 044	12	17
31 — —	0 288	0 378	0 079	0 083	12	18
1er juin 1873, 11 heures matin.	0 322	0 347	0 087	0 083	18	22
2 — —	0 431	0 510	0 077	0 075	9	27
10 — —	7 445	8 455	1 036	1 193	»	13

La transpiration moyenne, par heure, a été dans l'air sec :

A l'air sec...	pour le n° 1.......	27,06	milligrammes.
—	pour le n° 4.......	31,07	—
A l'air humide.	pour le n° 2.......	4,02	—
—	pour le n° 3.......	4,06	—

Ainsi pour une lumière de même intensité, agissant sur ces plantes, la transpiration a été sept fois plus considérable dans l'air sec que dans l'air humide. Il n'est pas inutile de donner quelques indications sur l'état des plantes pendant et après ces essais. Les plantes nos 1 et 4 s'étaient bien développées; elles avaient une belle venue; et, à la fin de l'expérience, les feuilles ne paraissaient pas souffrir malgré un séjour de treize jours dans une atmosphère sèche. Mais il n'en était pas ainsi des plantes nos 2 et 3. Bien que, le 28 mai, elles aient donné

chacune naissance à une feuille, elles sont devenues jaunes et les feuilles tombaient courbées sous leur propre poids ; elles pouvaient à peine se soutenir et paraissaient beaucoup souffrir.

Cette coloration jaune qui s'est produite a été le point de départ de recherches, rapportées plus loin, qui m'ont conduit, je crois, à l'explication du jaunissement des céréales.

J'ai inscrit, au tableau précédent, le poids d'eau qui a été recueillie à la surface et à l'extrémité des feuilles des nos 2 et 3 dans l'air saturé. L'apparition de cette eau était due, d'une part, à l'action des racines et, d'autre part, à l'atmosphère saturée ambiante. Ces poids qui n'expriment que la quantité d'eau recueillie ainsi au moment de la pesée journalière, doivent être considérés comme des minima ; d'où il résulte que les chiffres qui représentaient l'évaporation doivent être réduits d'autant. Il est probable que, dans une atmosphère saturée, si l'excrétion n'existait pas, la transpiration deviendrait nulle; il sera rapporté des expériences faites sur ce point.

Les conclusions auxquelles j'arrivais ainsi étaient si différentes de celles formulées par M. Dehérain, qu'elles m'ont engagé à répéter quelques-unes des expériences de cet observateur. J'ai, en outre, discuté tous les résultats qu'il a obtenus et j'ai le regret de dire que M. Dehérain me paraît les avoir mal interprétés. En effet, examinons, par exemple, son expérience relatée page 234 du tome XX, 4e série, des *Annales de Chimie et de Physique*.

Le tube et la feuille placés dans un manchon d'eau froide renouvelée étaient exposés au soleil. Pendant toute la durée de l'essai, l'eau fut à 15 degrés, par conséquent aussi le tube, c'est-à-dire les parois enveloppant la feuille. Or, l'eau laisse passer assez de chaleur solaire pour élever sensiblement la température de la feuille; il est aisé de vérifier ce fait en plaçant sous la feuille et à son contact un thermomètre. La variation de température est parfois notable. L'expérience de Prévost (de Genève) a bien établi ce point. La feuille étant à une température supérieure à celle des parois du tube, la tension de la vapeur qui se forme à sa surface est plus grande que la

tension de la vapeur à la surface du tube, il doit, par conséquent, y avoir condensation partielle, de sorte que l'air ne peut, en aucun cas, être constamment saturé. Il est très probable que le même phénomène aurait lieu si la feuille était plongée elle-même dans l'eau; l'expérience suivante tend à le démontrer. Prenons deux thermomètres très sensibles plongés dans un vase rempli d'eau à la température T, et placé à la lumière diffuse. Lorsque ces deux thermomètres ont pris la température T de l'eau, on fait tomber sur le réservoir de l'un d'eux un rayon solaire. Aussitôt la colonne mercurielle du thermomètre insolé monte de quelques dixièmes de degré, bien que le rayon solaire ait traversé une couche d'eau d'environ 10 centimètres d'épaisseur; le thermomètre non insolé donne toujours la température T de l'eau. L'explication de ce fait est facile : la chaleur lumineuse qui a traversé l'eau et le verre diathermane du réservoir thermométrique, a été absorbée par le mercure athermane et a élevé la température de ce dernier.

Le même phénomène se produit encore lorsque le tube de verre contenant la feuille est mis seulement à l'air. Il semble résulter de là que cette conclusion de M. Dehérain, « l'évaporation de l'eau par les feuilles des plantes se continue aussi bien dans une atmosphère saturée qu'à l'air libre », n'est pas admissible, puisqu'il n'a jamais opéré dans une atmosphère saturée.

En substituant le thermomètre à la feuille dans l'appareil de M. Dehérain, on trouve la confirmation des faits précédents; voici les chiffres que j'ai obtenus :

ESSAI DU 16 AOUT 1877.

A 9 heures du matin à la lumière diffuse :	
Thermomètre plongé dans l'eau du manchon	20° 6
— dans le tube	21 6
A 10 heures au soleil :	
Thermomètre plongé dans l'eau du manchon	21 6
— dans le tube	23 3
La température de l'air à l'ombre était	29 0
A 12 heures au soleil :	
Thermomètre plongé dans l'eau du manchon	21 4
— dans le tube	24 2
Température de l'air	30 0

Le 18 août, j'obtins des résultats semblables.

A 10 heures 6 minutes au soleil :

Thermomètre plongé dans l'eau du manchon............	22°0
— dans le tube.............	28 2
Température de l'air..................................	25 7

La seconde expérience de M. Dehérain, faite à l'obscurité, qui ne donna que 3 milligr. d'eau évaporée en une heure, s'explique tout aussi facilement : en effet, il n'y avait dans cet essai aucune cause extérieure venant modifier la température de la feuille, et par conséquent l'état hygrométrique de l'air qui l'enveloppait.

L'hypothèse précédente de la non-saturation de l'atmosphère par suite de l'excès de température de la feuille sur l'air ambiant soulève une objection. Puisque la température de la feuille est plus élevée que celle des parois du tube, il doit y avoir, en raison même de cette différence, un mouvement de gaz allant de la feuille vers le tube et réciproquement, et c'est dans ce mouvement qu'une partie de la vapeur d'eau émise par la feuille se condense. Par suite, l'objection serait celle-ci : la quantité d'air qui vient ainsi lécher la feuille, serait-elle suffisante pour enlever la totalité de l'eau perdue par évaporation? Il est aisé de répondre à cette objection : 1° soit en se fondant sur l'expérience; 2° soit en se basant sur des considérations théoriques du mouvement des gaz déterminé par leur dilatation.

Adressons-nous d'abord à l'expérience.

Le 18 août 1877, je place dans un même tube divisé par le milieu de sa longueur en deux compartiments égaux, une feuille d'Avoine dont la surface était de 655 mmq. et une nacelle en plomb remplie d'eau, recouverte de papier parchemin dont la surface d'évaporation était de 620 mmq. Le tube plongeait dans un manchon d'eau froide constamment renouvelée.

L'essai, commencé à onze heures du matin, au soleil, donna les résultats suivants :

PESÉES A	EAU TRANSPIRÉE par la feuille.	EAU ÉVAPORÉE par la nacelle.	TEMPÉRATURE DE LA FEUILLE.	TEMPÉRATURE DE LA NACELLE.	TEMPÉRATURE DE L'EAU du manchon	TEMPÉRATURE DE L'AIR EXTÉRIEUR.
	Milligr.	Milligr.	Degrés.	Degrés.	Degrés.	Degrés.
11 heures....	»	»	»	»	»	»
12 —	159	175	35 6	35 1	26 5	29 4
1 —	194	189	32 1	32 3	24 7	30 0
2 —	153	177	32 6	31 1	24 5	31 0
3 —	148	175	30 6	31 8	24 2	31 3

Déterminons le volume minimum de l'air qui a dû lécher la surface de la feuille pour enlever les 159 milligr. d'eau, par exemple, qu'elle a évaporée dans la première heure d'expérience. On peut admettre, sans commettre d'erreur notable, que la température du tube qui contenait la feuille était égale à celle de l'eau du manchon. Partant de là, la tension de la vapeur d'eau à la surface de la feuille, dont la température était de :

35°,6, était de.................................... 43mm,235
Celle de la vapeur d'eau à la surface du tube à 26°,5 de température n'était que de.......................... 25 738
La vapeur condensée correspond donc à une différence de tension de.................................... 17mm,497
Et le mouvement du gaz a dû être produit par une différence de température de 9°,1.

De sorte que l'unité de volume d'air, après s'être saturée au contact de la feuille à 35°,6, a dû perdre, par condensation, un poids de vapeur égal à :

$$\frac{1000 \times 0,622 \times 1,293 \times 17,497}{760\,(1+at) = 859,03} = 16^{\text{mgr}},39.$$

D'où il suit que le volume minimum de l'air nécessaire pour enlever les 159 mgr. d'eau évaporée, est de :

$$\frac{159}{16,39} = 9701^{cc}$$

et par seconde de :

$$\frac{9701}{3600} = 2^{cc},694.$$

En admettant, pour simplifier, que la feuille a évaporé également de ses deux côtés, ce qui donne alors une surface double, on trouve que la vitesse de l'air devait être de :

$$\frac{2,694}{0,655 \times 2} = 0^{cm},205.$$

Ainsi, il suffit que l'air ait eu une vitesse de 2 millimètres par seconde, pour que, dans les conditions de la première expérience, les 159 mgr. d'eau aient pu être entraînés.

En opérant de la même manière pour les autres observations, on trouve que pour l'évaporation de 194 mgr., l'air devait avoir une vitesse de $3^{mm},49$; pour l'évaporation de 153 mgr. de $2^{mm},5$, et pour l'évaporation de 148 mgr., de $3^{mm},23$.

Il est aisé de voir qu'elles n'ont rien d'anormal et qu'elles sont parfaitement admissibles.

Les considérations suivantes permettent, d'un autre côté, de déterminer dans les mêmes conditions expérimentales la vitesse théorique de l'air.

Considérons l'unité de surface de la feuille, placée dans le tube, soumise à l'action des rayons solaires et enveloppée d'air à θ^{o}. La pression atmosphérique qui s'exerce sur elle peut se décomposer en deux pressions partielles : l'une, qu'on peut considérer comme constante et égale à celle qui s'exerce au-dessus de la feuille sur la paroi du tube ; l'autre, variable avec la température de l'air du tube, qui a pour mesure le poids d'une colonne d'air dont la section est l'unité de surface, c'est-à-dire la même section que la feuille, et la hauteur la

distance qui sépare la feuille de la paroi du tube. La feuille insolée acquiert une température $t > \theta$; l'air ambiant échauffé par contact tend à s'élever d'autant plus rapidement que la différence $t - \theta$ est plus grande : il est sollicité de bas en haut par la différence de poids de deux colonnes de même hauteur H, l'une d'air à θ de poids P, l'autre d'air à t de poids P'. La différence P — P' représente donc le poids, la force ou la pression, en vertu de laquelle l'air, échauffé à la surface de la feuille, doit se mouvoir. Mais avec quelle vitesse? Le principe de Torricelli, qui n'est qu'un cas particulier du théorème de Bernoulli sur la vitesse des fluides, permet de la déterminer. La vitesse est donnée par la formule :

$$v = \sqrt{2g\,H}.$$

H étant la hauteur génératrice de la vitesse, c'est-à-dire le poids de la colonne fluide sous l'influence de laquelle la vitesse est acquise, représente précisement, au cas particulier, la pression P— P' qui sollicite la colonne d'air considérée, donc :

$$P - P' = H,$$

et

$$v = \sqrt{2g(P - P')}. \qquad (1)$$

Il faut maintenant déterminer les valeurs P et P' en fonction de la température.

Si l'on considère une colonne verticale de molécules d'air dont la section ds serait prise pour unité de surface et dont la hauteur serait H, c'est-à-dire égale à la distance de la surface supérieure de la feuille à l'enveloppe de verre, on trouve que le poids de cette colonne d'air supposé sec à $\theta°$, est :

$$P = \frac{ds.\ H.\ 1{,}293(1 + \alpha\theta)}{(1 + \alpha\theta)}.$$

Lorsque la température de la colonne d'air de même section et de même hauteur devient t, son poids rapporté à la température θ devient :

$$P' = \frac{ds.\ H.\ 1{,}293(1 + \alpha\theta)}{(1 + \alpha t)}.$$

La différence, qui n'est autre chose que le poids de la dilatation de la colonne, est :

$$P - P' = \frac{H\alpha(t-\theta)}{1+\alpha t}.$$

Portant cette valeur dans (1), il vient :

$$v_\theta = \sqrt{\frac{2g\,H\alpha(t-\theta)}{1+\alpha t}}, \qquad (2)$$

c'est-à-dire la vitesse de l'air à θ qui arrive au contact de la feuille pour s'échauffer.

Pour déterminer la vitesse avec laquelle l'air échauffé à t° s'élève, il suffit de remarquer que les vitesses sont en raison inverse des densités, d'où l'on a :

$$\frac{v_\theta}{v_t} = \frac{\frac{d}{1+\alpha t}}{\frac{d}{1+\alpha\theta}} \quad \text{et} \quad v_t = v_\theta \frac{1+\alpha t}{1+\alpha\theta},$$

d'où

$$v_t = \sqrt{\frac{2g\,H\alpha(t-\theta)}{1+\alpha t}} \times \frac{1+\alpha t}{1+\alpha\theta},$$

$$v_t = \sqrt{\frac{2g\,H\alpha(t-\theta)(1+\alpha t)}{(1+\alpha\theta)^2}}. \qquad (3)$$

Telle est l'expression donnant la vitesse de l'air à t échauffé au contact de la feuille, dans l'hypothèse d'une atmosphère sèche et ne subissant d'autre variation que celle qui résulte du changement de température. Mais les vapeurs émises par la feuille interviennent pour changer la densité de l'atmosphère ambiante ; il est donc indispensable de tenir compte des variations qu'elles amènent.

Or, si l'on admet que l'air se sature de vapeur au contact de la feuille, la densité du mélange d'air et de vapeur devient d', différente de celle de l'air sec qu'on avait prise pour unité, de sorte que le poids de la colonne verticale de molécule d'air à t° devient, ramené à θ :

$$P' = \frac{ds.\,H.\,1{,}293(1+\alpha\theta)d'}{(1+\alpha t},$$

et considérant le mélange d'air et de vapeur à θ comme ayant une densité égale à l'unité, on obtient :

$$P - P' = H[1 - d' + \alpha(t - d'\theta)],$$

d'où

$$v_\theta = \sqrt{2g \frac{H[1 - d' + \alpha(t - d'\theta)]}{1 + \alpha t}}, \qquad (4)$$

$$v_t = \sqrt{2g \frac{H[1 - d' + \alpha(t - d'\theta)](1 + \alpha t)}{(1 + \alpha\theta)^2}}. \qquad (5)$$

En tenant compte de la densité d du mélange d'air et de vapeur d'eau qui est dans le tube au début de l'expérience, les formules (4) et (5) deviennent :

$$v_\theta = \sqrt{2g \frac{H[d - d' + \alpha(dt - d'\theta)]}{1 + \alpha t}}, \qquad (6)$$

$$v_t = \sqrt{2g \frac{H[d - d' + \alpha(dt - d'\theta)](1 + \alpha t)}{(1 + \alpha\theta)^2}}. \qquad (7)$$

Appliquons maintenant ces formules aux essais du 18 août.

Calcul de la vitesse théorique de l'air dans l'essai de 12 heures.

Le tube contenant la feuille avait un volume assez faible puisque H était égal à 10 mill. environ ; on peut donc admettre, sans erreur sensible, que l'espace est saturé de vapeur d'eau, au moment où l'expérience commence, à la température de l'eau du manchon. Partant de là, on trouve que : 1° la composition de ce mélange à la température de 26°,5 est de :

Vapeur d'eau.	3,08			
Air..........	96,92	contenant	Oxygène.	20,315
			Azote....	76,605
	100,00			

2° Sa densité est :

$$0,6220 \times 0,03008 = 0,0191$$
$$1,1056 \times 0,20315 = 0,2246$$
$$0,9713 \times 0,76605 = 0,7440$$

Densité....... 0,9877

Calculant de la même manière la densité du mélange échauffé à 35°,6 d'air et de vapeur (pour être tout à fait exact, il faudrait encore tenir compte de l'acide carbonique dégagé ou absorbé par la feuille, mais il n'a pas été possible de déterminer des variations si faibles), on a :

1° Composition centésimale du mélange :

Vapeur d'eau.	5,68			
Air..........	94,32	contenant	Oxygène..	19,77
			Azote....	74,55
	100,00			

2° Densité :

$$0,6220 \times 0,0568 = 0,03530$$
$$1,1056 \times 0,1977 = 0,21850$$
$$0,9713 \times 0,7455 = 0,72410$$
$$\text{Densité.......}\quad 0,97790$$

Appliquant les formules (6) ou (7), on obtient :

1° Pour la vitesse de l'air à $\theta° = 26°,5$:

$$V_\theta = 2^{mm},75;$$

2° Pour la vitesse de l'air à $t° = 35°,6$:

$$V_t = 2^{mm},83.$$

En faisant des calculs analogues pour les autres expériences, on trouve que dans l'essai de une heure :

1° La vitesse de l'air à 24°,7 était :

$$V_\theta = 2^{mm},39;$$

2° La vitesse de l'air à 32°,1 était :

$$V_t = 2^{mm},45.$$

Dans l'essai de deux heures :

1° La vitesse de l'air à 24°,5 était :

$$V_\theta = 2^{mm},256;$$

2° La vitesse de l'air à 31°,1 était :

$$V_t = 2^{mm},306.$$

Enfin, dans l'essai de trois heures :

1° La vitesse de l'air à 24°,2 était :

$$V_t = 2^{mm},212;$$

2° La vitesse de l'air à 30°,6 était :

$$V_t = 2^{mm},25.$$

Il est vrai que dans ces déterminations on n'a pas tenu compte de la résistance due au frottement des gaz contre les parois de la feuille et du tube ; mais on sait que lorsque les gaz se meuvent avec des vitesses aussi faibles, l'influence du frottement tend à s'annuler, et qu'il est permis de la négliger.

Si l'on met en regard les résultats obtenus dans les deux modes de détermination qui ont été appliqués à cette étude, on obtient le tableau suivant :

	TRANSPIRATION.	VITESSE DÉDUITE DE L'EXPÉRIENCE.	VITESSE THÉORIQUE CALCULÉE d'après la formule (7).
	Milligrammes.		
Essai de 12 heures...	159	V_t $2^{mm},05$	V_t $2^{mm},83$
— 1 — ...	194	V_t $3^{mm},49$	V_t $2^{mm},45$
— 2 — ...	153	V_t $2^{mm},50$	V_t $2^{mm},306$
— 3 — ...	148	V_t $3^{mm},23$	V_t $2^{mm},25$

La concordance de ces chiffres me semble suffisante pour justifier l'hypothèse que j'ai faite précédemment pour expliquer la transpiration continue dans les essais de M. Dehérain.

J'arrive maintenant aux recherches originales.

2° *Transpiration dans des atmosphères renouvelées d'air sec et d'air humide.*

Premier cas. — *Air sec.* — La feuille est disposée comme dans l'essai précédemment rappelé du 18 août. On fait circuler

dans le tube de l'air sec dont le volume est par heure de 17lit.,238 à 0 degré et à 760. L'eau évaporée est recueillie dans des tubes à chlorure de calcium.

L'essai a commencé le 20 août 1877, à quatre heures un quart du soir, à la lumière. Voici les résultats obtenus avec une feuille d'Avoine dont la surface d'évaporation était de 705 mmq. :

DURÉE DE L'ÉVAPORATION.	EAU ÉVAPORÉE.	TEMPÉRATURE MOYENNE.	OBSERVATIONS.
Heures. Heures.	Milligrammes.	Degrés.	
De 4 15 à 5 15 soir....	200	33 3	Soleil.
De 6 2 à 7 2 —	85	28 0	Nuageux.
De 7 20 à 8 20 —	65	25 6	Coucher du soleil à 7 h 5.
De 8 35 à 9 35 —	20	20 8	Orage à 9 heures.
De 10 soir à 6 30 matin..	348	18 5	Couvert et nuageux.
21 août.			
De 5 46 à 6 46 matin..	50	18 6	Soleil.
De 10 52 à 11 52 — ..	126	24 8	
De 12 3 à 1 3 — ..	81	21 5	
De 1 13 à 2 13 — ..	62	20 0	
De 2 23 à 3 23 — ..	52	21 1	A partir de 12 h. 3, l'appareil est couvert par une couche épaisse de paille humide et soustrait ainsi aux radiations calorifiques et lumineuses du soleil.
De 3 29 à 4 29 — ..	75	20 9	
De 4 37 à 5 37 — ..	63	20 7	
De 5 47 à 6 47 — ..	67	20 2	
De 6 55 à 7 55 — ..	52	18 8	
De 8 3 à 9 3 — ..	40	17 6	
De 9 8 à 10 8 — ..	38	17 2	
De 10 18 soir à 6 18 matin..	282	16 8	
22 août.			
De 6 28 à 7 28 — ..	41	17 3	

On le voit, la transpiration dans l'air sec continue lors même que la feuille est plongée dans l'obscurité. On remarquera que la quantité d'eau transpirée varie sensiblement dans le même sens que la température. Lorsque cette dernière est basse, comme en hiver, la variation de la transpiration est la même. Ainsi, deux expériences faites sur de l'Avoine placée dans le

même appareil le 7 décembre 1877, ont donné les chiffres suivants :

DURÉE DE L'ÉVAPORATION.	EAU ÉVAPORÉE PAR LA FEUILLE n° 1.	EAU ÉVAPORÉE PAR LA FEUILLE n° 2.	TEMPÉRATURE DU N° 1.	TEMPÉRATURE DU N° 2.	OBSERVATIONS.
Heures. Heures.	Milligr.	Milligr.	Degrés.	Degrés.	
De 10 15 à 12 15 matin.	108 0	121 0	»	»	Ciel couvert.
De 12 15 à 1 15 soir...	39 5	47 5	9 8	9 4	Id.
De 1 15 à 2 15 —..	36 5	44 0	9 3	9 1	Id.
De 2 15 à 3 15 —..	34 5	44 0	9	9 0	Pluie à 2 h. 45 soir
De 3 15 à 4 15 —..	»	51 0	»	8 9	Pluie à 3 h. 30 soir
De 4 15 soir à 6 h. matin.	283 0	380 0	6 6	6 5	
8 décembre 1877.					
De 6 h. à 7 h. matin.	11 0	15 0	4 3	4 1	
De 7 à 8 —	11 0	6 0 } 17 0	4 4	4 4 } 4 6	Soleil à 8 h. 45 mati
De 8 à 9 —	30 5	28 0	5 2	4 8	
De 9 à 10 —	28 5	29 5	7 0	7 3	On met à l'ombre.
De 10 à 11 —	44 0	48 5	9 6	10 4	A l'ombre.
De 11 à 12 —	44	55 5	11 3	11 6	A l'ombre.
De 12 à 2 soir...	308 5	252 5	22 0	19 6	Au soleil.
De 2 à 3 —	28 0	41 0	11 3	11 3	A l'ombre.
De 3 à 4 —	26 0	27 0	7 2	6 8	A l'ombre.

Dans ces essais, le même volume d'air passait sur les deux feuilles. Ce volume était de 5$^{lit.}$,660 à 0 degré et à 760.

On remarque encore ici que la transpiration varie avec la température et a lieu également à l'obscurité.

Tous ces résultats seront discutés plus loin.

Deuxième cas. — *Air humide.* — Les expériences dans l'air humide peuvent être faites, soit en opérant lorsque l'air libre est naturellement très chargé de vapeur d'eau, soit en faisant passer sur la plante de l'air qu'on a enrichi en vapeur d'eau. Ce dernier mode d'expérimentation a été suivi; en outre, il a été fait simultanément un essai dans l'air sec : voici le dispositif de ces recherches effectuées.

J'ai opéré sur du Seigle se développant dans une solution nutritive. Chaque pied était maintenu, par pression du tube contenant la solution nutritive, dans un bouchon en liège fermant la partie inférieure d'un manchon de verre de 5 centimètres de diamètre intérieur et de 30 centimètres de hauteur (fig. 1). La partie supérieure du manchon était fermée par un bouchon en liège recevant un tube de 0m,60 de long et de 0m,015 de diamètre, rempli soit de chlorure de calcium (tubes

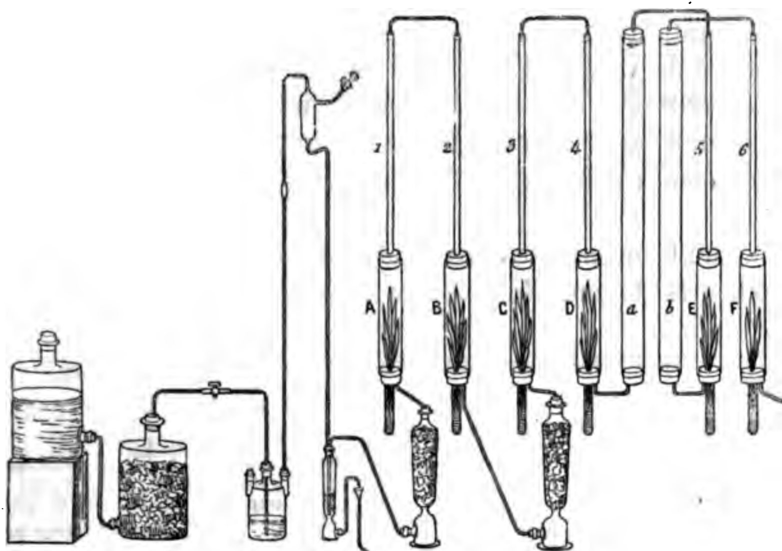


Fig. 1.

1, 2 et 6), soit de pierre ponce humectée d'eau (tubes 3,4 et 5). Pour plus de sécurité, on a placé, avant les manchons E et F, deux tubes *a* et *b* de 1 mètre de longueur et de 0m,04 de diamètre intérieur, remplis l'un, *a*, de ponce gorgée d'eau, l'autre, *b*, de chlorure de calcium desséché. Tous ces tubes et manchons sont réunis entre eux comme l'indique la figure; à l'aide d'une trompe à perles on forçait l'air à traverser tout l'appareil. Par la disposition des tubes l'air passait sec dans les manchons A, B et F, et humide dans les manchons C, D et E. En outre, un appareil producteur d'acide carbonique permet-

tait, à l'aide d'un robinet, de faire arriver dans le flacon A un certain volume du gaz carbonique, afin que l'air circulant dans l'appareil pût nourrir aisément les plantes en expérience. Le dégagement du gaz était très lent et le mélange d'air et d'acide carbonique effectué dans le flacon A était chassé ensuite dans tout l'appareil. Les plantes placées dans les manchons et exposées successivement soit à la lumière diffuse d'une salle de laboratoire, soit à l'obscurité complète, étaient pesées régulièrement toutes les douze heures. La quantité d'air qui passait pendant ce temps sur chacune d'elles, soit à l'état sec, soit saturé de vapeur d'eau, était de 220$^{lit.}$,3 à 0 degré et à 760. Ces 220$^{lit.}$,3 d'air sec exigeaient pour se saturer 2$^{gr.}$,221 de vapeur d'eau à la température moyenne de la salle. L'expérience commença le 6 avril 1878 et donna les résultats suivants :

Eau transpirée le 6 avril, de 6 heures et demie du matin à 6 heures et demie du soir, à la lumière diffuse :

$t = 11°,5.$

Plantes dans l'air sec	N° 1....	324 milligrammes.	
	N° 2....	286 —	
	N° 6....	427 —	
Plantes dans l'air humide	N° 3...	19 milligrammes.	Les feuilles se courbent sous leur propre poids.
	N° 4...	15 —	
	N° 5...	15 —	

Eau transpirée du 6 avril à 6 heures et demie du soir, au 7 avril à 6 heures et demie du matin :

$t = 11°,5 — 10°,3.$

Plantes dans l'air sec	N° 1...	215 milligrammes.	Une nouvelle feuille se développe.
	N° 2...	200 —	
	N° 6...	304 —	
Plantes dans l'air humide	N° 3...	18 —	Les feuilles continuent à se courber.
	N° 4...	12 —	
	N° 5...	29 —	

Le 7 avril, à six heures et demie du matin, les plantes qui

étaient la veille dans l'air sec sont mises dans l'air humide et réciproquement.

Eau transpirée le 7 avril à six heures et demie du soir, à la lumière diffuse :

$t = 10°,3 - 11.$

Plantes dans l'air sec....	N° 3...	326 milligrammes.	Les feuilles qui étaient courbées se sont redressées.
	N° 4...	261 —	
	N° 5...	383 —	
Plantes dans l'air humide.	N° 1...	12 —	Les feuilles se courbent.
	N° 2...	» —	
	N° 6...	27 —	Id.

Eau transpirée du 7 avril à six heures et demie du soir, au 8 avril à six heures et demie du matin, à l'obscurité :

$t = 11°,0 - 10,8.$

Plantes dans l'air sec......	N° 3....	270 milligrammes.
	N° 4....	195 —
	N° 5....	180 —
Plantes dans l'air humide...	N° 1....	21 —
	N° 2....	38 —
	N° 6....	17 —

On replace ensuite les pieds comme précédemment, c'est-à-dire comme dans l'essai du 6 avril :

Eau transpirée le 8 avril, de six heures et demie matin à six heures et demie soir, à la lumière :

$t = 10°,8 - 11°,8.$

Plantes dans l'air sec......	N° 1....	296 milligrammes.
	N° 2....	287 —
	N° 6 ...	469 —
Plantes dans l'air humide...	N° 3....	1 —
	N° 4.. .	1 —
	N° 5....	35 —

Eau transpirée du 8 avril à six heures et demie soir, au 9 avril à six heures et demie du matin, à l'obscurité :

Plantes dans l'air sec......	N° 1....	227 milligrammes.
	N° 2....	209 —
	N° 6....	400 —
Plantes dans l'air humide...	N° 3....	20 —
	N° 4....	14 —
	N° 5....	16 —

Les mêmes expériences ont été faites sur du Blé; voici les résultats que j'ai obtenus :

Eau transpirée du 12 avril à six heures et demie du soir, au 13 avril à six heures et demie du matin, à l'obscurité :

$t = 14°,1 — 12°,4.$

Plantes dans l'air sec	N° 1....	209	milligrammes.
	N° 2....	278	—
	N° 6....	210	—
Plantes dans l'air humide	N° 3....	44	—
	N° 4...	38	—
	N° 5....	25	—

Eau transpirée le 13 avril, de six heures et demie du matin à six heures et demie du soir, à la lumière diffuse :

$t = 12°,4 — 13°,4.$

Plantes dans l'air sec	N° 1....	253	milligrammes.
	N° 2....	273	—
	N° 6....	240	—
Plantes dans l'air humide	N° 3....	38	—
	N° 4....	38	—
	N° 5....	19	—

Les plantes qui étaient dans l'air sec sont mises dans l'air humide et réciproquement.

Eau transpirée du 13 avril à six heures et demie du soir, au 14 avril à six heures et demie du matin, à l'obscurité :

$t = 13°,4 — 13°,3.$

Plantes dans l'air sec	N° 3....	255	milligrammes.
	N° 4....	336	—
	N° 5....	203	—
Plantes dans l'air humide	N° 1....	55	—
	N° 2....	3	—
	N° 6....	21	—

Eau transpirée le 14 avril, de six heures et demie du matin à six heures et demie du soir, à la lumière diffuse :

$t = 13°,3 — 13°,8.$

Plantes dans l'air sec	N° 3....	226	milligrammes.
	N° 4....	374	—
	N° 5....	362	—
Plantes dans l'air humide	N° 1....	19	—
	N° 2....	26	—
	N° 6....	17	—

Les plantes qui étaient dans l'air sec sont mises dans l'air humide et réciproquement.

Eau transpirée du 14 avril à six heures et demie du soir, au 15 avril à six heures et demie du matin, à l'obscurité :

$t = 13°,8.$

Plantes dans l'air sec......	N° 1....	136	milligrammes.
	N° 2....	209	—
	N° 6....	187	—
Plantes dans l'air humide...	N° 3....	4	—
	N° 4....	12	—
	N° 5....	10	—

Eau transpirée le 15 avril, de six heures et demie du matin à six heures et demie du soir, à la lumière diffuse :

$t = 15°.$

Plantes dans l'air sec......	N° 1....	183	milligrammes.
	N° 2....	147	—
	N° 6....	187	—
Plantes dans l'air humide...	N° 3....	16	—
	N° 4....	26	—
	N° 5....	21	—

Eau transpirée du 15 avril à six heures et demie du soir, au 16 avril à six heures et demie du matin, à l'obscurité :

$t = 15° — 14°,8.$

Plantes dans l'air sec......	N° 1....	90	milligrammes.
	N° 2....	85	—
	N° 6....	118	—
Plantes dans l'air humide...	N° 3....	12	—
	N° 4....	21	—
	N° 5....	5	—

Pendant toute la durée de cette expérience sur le Blé, il est passé le même volume d'air sec sur chaque plante; ce volume était de 370lit.,8 par douze heures. Ainsi dans ces deux séries d'expériences sur le Seigle et sur le Blé, les plantes dans l'air humide n'ont jamais transpiré autant que les mêmes plantes dans l'air sec, bien que toutes les autres conditions aient été identiques. On voit aussi que, dans l'air sec et pour des temps

égaux, la transpiration à la lumière diffuse, de six heures et demie du matin à six heures et demie du soir, est un peu plus forte que celle à l'obscurité, de six heures et demie du soir à six heures et demie du matin. Cette différence est toutefois bien faible, puisque la transpiration nocturne pour le Blé, expérimenté du 12 au 16 avril, est les 98 à 99 centièmes de l'évaporation à la lumière diffuse. Dans l'air humide on observe le même fait.

Les expériences qui précèdent sembleraient indiquer que la transpiration se continue dans l'air humide, quoique fortement atténuée. Par la disposition même des essais, on serait tenté d'admettre que l'air humide est constamment saturé au contact de la plante; mais il n'en est rien; il est aisé de montrer que, dans ces cas, la saturation est incomplète. En effet, on sait que les plantes ont une température propre, indépendante de la température de l'air qui les enveloppe. « Les transformations chimiques qui ont la cellule pour théâtre et qui commencent par l'absorption d'oxygène et se terminent par la production d'acide carbonique et d'eau produisent de la chaleur. » La chaleur développée est, dans certains cas, assez notable : M. Garreau a trouvé que le spadice d'*Arum* avait jusque 8°,3 d'excès de température sur celle de l'air, et Göppert que 20 tiges de Maïs et de *Cyperus esculentus* attachées ensemble se maintinrent de 1 à 1°,5 au-dessus de la température de l'air.

D'après Dutrochet, cet excès de température ne serait que de quelques dixièmes de degré. Dans un essai exécuté le 14 août 1878, j'ai placé un thermomètre très sensible dans le cône formé par les jeunes feuilles d'un pied de Maïs : l'atmosphère était entièrement saturée; son état hygrométrique avait été déterminé par l'hygromètre Regnault; il tombait une légère pluie très fine, semblable à un brouillard.

A 9 heures du matin,	la température	de la feuille était.....	18°,1
—	—	de l'air ambiant était.	18°,0
A 10 heures du matin,	la température	de la feuille était.....	18°,2
—	—	de l'air était.........	18°,1

D'après cela, on peut admettre que les plantes dans l'essai du 14 avril, par exemple, avaient une température supérieure à celle de l'air de 0°,1, soit 13°,4 au lieu de 13°,3. De là il résulte que l'air qui arrivait saturé à la température de 13°,3 dans les tubes 3, 4 et 5, ne l'était plus au contact des plantes; en raison de l'excès de température de ces dernières, il s'échauffait et par suite pouvait encore se charger de vapeur d'eau cédée par les feuilles. Si cette hypothèse est fondée, il est clair qu'en calculant la quantité d'eau qui a pu être enlevée de cette manière, on doit trouver des chiffres très voisins de ceux qui expriment la transpiration constatée.

Or la tension de la vapeur d'eau, d'après Regnault, est :

A 13°,4	$11^{mm},456$
A 13°,3	$11^{mm},383$
Différence des tensions...	$0^{mm},073$

L'air humide arrivant au contact des feuilles a donc pu se charger de vapeur émise par ces dernières dont la tension était de $0^{mm},073$.

Comme il passait $370^{lit.},8$ d'air dans chaque expérience, la quantité de vapeur d'eau que cet air a pu entraîner, est de :

$$\frac{370,800 \times 0,622 \times 1,293 \times 0,073}{797,27 = (1 + \alpha t)} = 36^{mg},08.$$

Ainsi l'air humide a pu enlever aux plantes $36^{mgr},08$ d'eau. Or, en prenant la moyenne des résultats obtenus dans l'air humide on trouve que la transpiration a été, par expérience de douze heures :

Pour le pied	n° 1.........	de 37	milligrammes.
—	n° 2.........	de 15	—
—	n° 3.........	de 19	—
—	n° 4.........	de 23	—
—	n° 5.........	de 27	—
—	n° 6.........	de 16	—

L'excès moyen de température de 0°,1 suffit donc pour rendre compte des transpirations constatées.

J'ai été ainsi conduit à admettre que, si l'air pouvait être entièrement saturé, la transpiration serait nulle chez toute plante qui y serait plongée. J'ai vérifié ce point par deux modes distincts d'expérimentation.

Premier mode. — De l'air chargé d'acide carbonique vient barbotter dans l'eau du ballon B légèrement chauffé (fig. 2). Après s'y être saturé de vapeur, il est conduit par le tube *b* dans un manchon en verre M qui contient la plante. Afin d'éviter

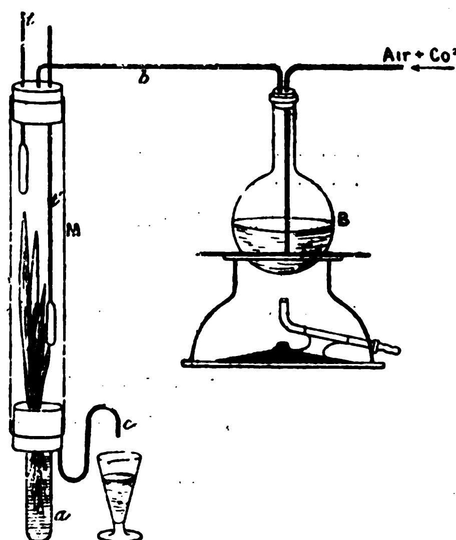


Fig. 2.

une trop grande condensation de la vapeur entraînée, le col du ballon et le tube *b* avaient été enveloppés par des lanières de drap. La plante, qui s'est développée dans une solution nutritive que contenait le tube *a*, était maintenue dans le manchon à l'aide d'un bouchon en liège portant deux tubes ; l'un, *c*, permettant l'écoulement de l'eau condensée, l'autre laissant sortir l'air et l'acide carbonique. Deux thermomètres *t* et *t'* donnaient la température de l'air à son arrivée et au contact de la plante et, par suite, les tensions correspondantes de la vapeur. On pèse d'abord la plante avant son introduction dans le manchon, puis, après l'avoir laissée un certain temps dans l'appareil, et

essuyée soigneusement ; les différences de poids indiquent la marche du phénomène. La plante était maintenue dans le vase *a* à l'aide d'une garniture de caoutchouc, de cire et d'un bouchon. Un essai préliminaire a montré que, dans l'eau et sous une pression de $0^{m},20$, il n'y avait aucune filtration d'eau par les ligatures.

Voici une expérience qui a été faite sur une forte touffe d'Avoine le 13 avril 1878, à la lumière.

A 7 h. 26 m. on place la plante dans le manchon, les températures sont :

$$t = 38°,9 \quad \text{et} \quad t' = 30°,5.$$

Elle pesait à 7 h. 26	$84^{gr},743$
A 8 h. 26 son poids est	84 746
Augmentation	$0^{gr},003$

On remet en expérience à 8 h. 32 m.

$$t = 34°,7 \quad \text{et} \quad t' = 25°,1.$$

Poids à 8 h. 32	$84^{gr},735$
— à 9 h. 32	84 794
Augmentation	$0^{gr},059$

On fait un troisième essai à 9 h. 41 m.

Poids à 9 h. 41	$84^{gr},793$
— à 10 h. 41	84 820
Augmentation	$0^{gr},027$

Ainsi, dans ces expériences, la plante au lieu de perdre par transpiration de la vapeur d'eau, en aurait absorbé par ses feuilles, puisque son poids a constamment augmenté.

Laissée à l'air libre, de 10 h. 41 m. à 12 h. 56 m., cette même touffe d'Avoine a perdu par transpiration 979 milligr.

A 1 h. 2 m., on fait un quatrième essai, la plante paraît affaiblie par l'excès de transpiration qui a eu lieu de 10 h. 41 m. à 12 h. 56 m. : les feuilles se courbent.

$$t = 21°,8 \quad \text{et} \quad t' = 16°,8.$$

Poids à 1 h. 2	$83^{gr},841$
— à 2 h. 2	83 980
Augmentation	$0^{gr},139$

A la fin de cet essai les feuilles et les tiges sont raffermies.

Le 15 avril, je répète les expériences à 8 h. 55 m. du matin. Les feuilles sont faibles.

$t = 29°,5$.

Poids à 8 h. 55	84gr,255
— à 9 h. 55	84 330
Augmentation	0gr,075

Les feuilles se sont raffermies.

Remis en essai à 10 h.

$t = 30°$.

Poids à 10 heures	84gr,330
— à 11 heures	84 402
Augmentation	0gr,072

Les feuilles sont fermes.

Je laisse la plante dans l'appareil du 15 avril à 11 h. du matin, au 16 avril à la même heure.

Température variable de 23°,5 à 29°.

Poids le 15 avril à 11 heures du matin	84gr,402
— le 16 — —	85 920
	1gr,518

Les feuilles commencent à jaunir.

Je continue l'essai.

Température variable de 20 à 29 degrés.

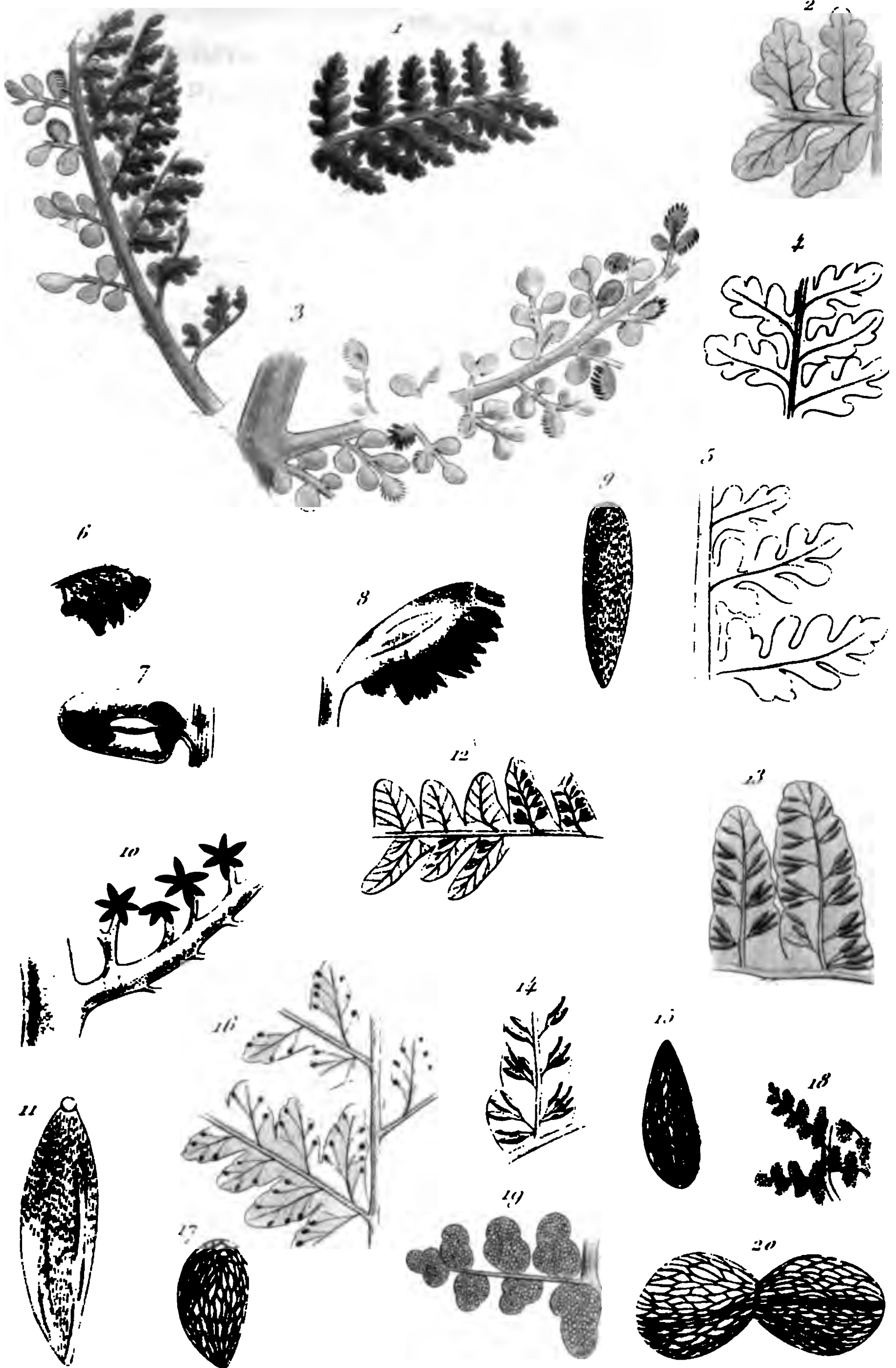
Poids le 16 avril à 11 heures du matin	85gr,920
— le 17 — —	85 ,515
Eau évaporée	0gr,405

Les feuilles jaunissent fortement.

Je laisse enfin la plante dans le manchon du 17 au 19 avril.

Température variable de 20 à 30 degrés.

Poids le 17 avril à 11 heures du matin	85gr,515
— le 19 — —	85 ,490
Eau évaporée en deux jours	0gr,025

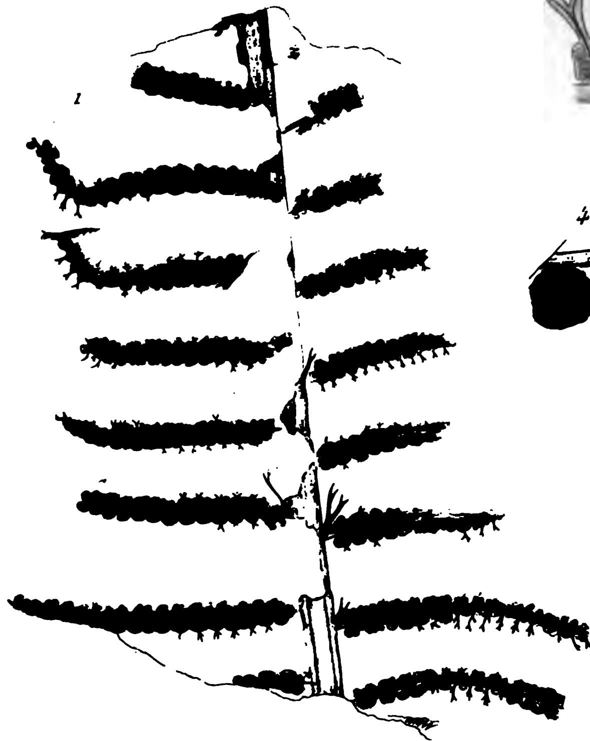


R. Zeiller del. Me Jeannest sc.

Marattiacées houillères.

Imp. Lemercier et Cie Paris

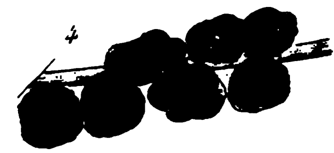
1



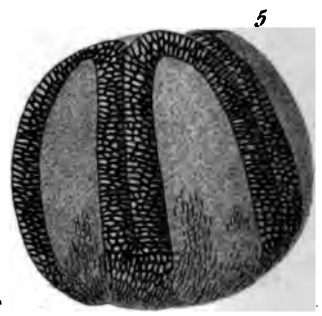
2



4



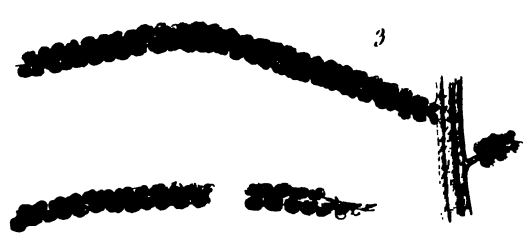
5



6



3



9

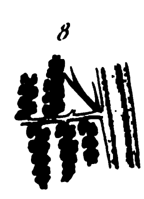


Pl

7



8



R. Zeiller del.

Grand'Eurya.

Imp. Lemercier et Cie Paris.

Les feuilles sont devenues entièrement jaunes. Je mets la plante au soleil ; du 19 avril à 11 h. du matin au 20 avril à 7 h. 45 m. du matin, la plante transpire 4gr,330. Aussi les feuilles sont-elles presque fanées. Je la place dans le manchon et j'obtiens :

Poids de la plante à 7 h. 45..................	81gr,160
— à 9 h. 15..................	81 505
Augmentation........	0gr,345

La plante a absorbé 345 milligr. de vapeur d'eau ; les feuilles se sont raffermies.

De ces expériences, on peut, je crois, conclure que :

1° La plante dans une atmosphère saturée ne transpire pas ;

2° Elle peut absorber de la vapeur d'eau par ses feuilles.

La transpiration constatée dans l'essai du 16 au 17 avril peut recevoir l'explication suivante : les feuilles ne peuvent absorber de vapeur d'eau qu'autant que les tissus ne sont pas arrivés à un certain degré de tension qui ne peut être dépassé sans rupture. A ce moment il n'y a plus d'absorption, mais les racines continuant à fonctionner, l'eau de ces tissus vient perler à la surface des feuilles en certains points particuliers à chaque plante ; il y a alors une sécrétion d'eau et non une transpiration. Ce phénomène se produit souvent, comme on sait, surtout dans les nuits chaudes de l'été, lorsque l'atmosphère est entièrement saturée. J'ai observé plusieurs fois, à la suite de pluies, une sécrétion rapide de gouttes d'eau à l'extrémité des feuilles des graminées prairiales.

Deuxième mode. — Le second mode d'expérience est basé sur les considérations suivantes. Si la plante ne transpire pas dans une atmosphère saturée, il est clair qu'il doit y avoir, entre l'évaporation et la sécrétion, un instant pendant lequel la circulation de l'eau à travers les tissus est nulle ; on conçoit, en effet, qu'au moment où la transpiration cesse, la tension des tissus étant maximum fasse équilibre à la force d'absorption des racines : alors tout mouvement de liquide est arrêté ; la plante n'absorbe rien, mais elle ne perd rien puisque ce n'est

que sous un excès de tension que la sécrétion commence. L'expérience montre précisément que ce temps d'arrêt existe (1).

L'appareil expérimental consiste (fig. 3) en un tube de fer de 50 millimètres de diamètre intérieur et de 0m,25 de longueur. Une garniture en cuivre G laisse passer une tige pleine, maintenue en position par une bride à écrou B soudée au tube. Cette tige pleine, faisant l'office de piston plongeur, a

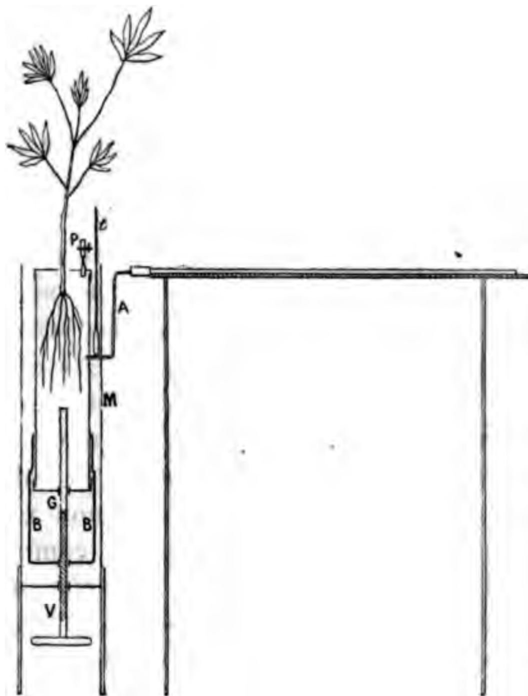


FIG. 3.

une course de 0m,10 environ. La partie supérieure est fermée par un bouchon en cuivre muni de deux ouvertures : l'une sert au passage de la plante ; à l'autre est soudé un petit tuyau en plomb servant au remplissage, dont l'extrémité est garnie d'un caoutchouc muni d'une pièce P. Latéralement, un second

(1) Parallèlement aux essais de transpiration, j'ai déterminé par divers méthodes la quantité d'eau passant par les racines en un temps donné. Les résultats que j'ai obtenus feront l'objet d'un travail qui sera publié ultérieurement.

tuyau en plomb A met l'appareil en communication avec un tube capillaire C exactement jaugé, qui repose sur une petite tablette horizontale portant une division millimétrique. La plante est maintenue en place à l'aide d'un bouchon de caoutchouc. Tout le réservoir est ensuite plongé dans une grande caisse en bois remplie de sable fin, dont un thermomètre *t* indique la température. Quand l'appareil est rempli d'eau nutritive et prêt à fonctionner, à l'aide du piston plongeur on amène l'eau du tube capillaire à une division fixe de la tablette, au zéro, et à ce moment l'expérience commence.

Au fur et à mesure que l'eau passe par les racines, la longueur de la colonne d'eau dans le tube capillaire diminue ; il est donc facile, en tenant compte de la température du réservoir et du volume du tube capillaire, de déterminer la quantité d'eau passant par les racines en un temps donné.

Parmi les essais qui ont été effectués, je choisirai celui qui a été fait sur un Maronnier d'Inde âgé d'un an.

Le 11 mai 1878, par une pluie fine qui tombait depuis une demi-heure environ, je commençai l'expérience en plein air. La surface des feuilles était bien mouillée et, de 4^h 30′ à 4^h 46′ du matin, il n'y eut dans le tube capillaire aucun mouvement de la colonne liquide. L'atmosphère était saturée, l'hygromètre de Regnault donnait 100. De 4^h 46′ à 5^h 1′, j'observai un allongement dans la colonne d'eau de 1 millimètre de longueur correspondant à un poids d'eau de 0^{mgr},76 ; de 5^h 1′ à 6^h 15′, il y eut un allongement de 5 millimètres correspondant à un poids d'eau de 3^{mgr},82.

Et de 5^h 15′ à 5^h 22, il y eut un nouvel allongement de 4 millimètres correspondant à 3^{mgr},06 d'eau.

A ce moment, la pluie cessa : l'hygromètre marqua aussitôt 93,1.

Les feuilles étaient toujours mouillées. La colonne continua son mouvement jusqu'à 6^h 12′; l'allongement total avait été de 33^{mm},5, correspondant à un poids d'eau de 25^{mgr},6.

A 6^h 12′, il y eut un arrêt complet pendant vingt minutes; puis, un mouvement inverse se produisant indiquait le pas-

sage de l'eau à travers les racines : l'hygromètre marquait alors 91,9.

Pendant tout l'essai, la température du sable n'avait varié que de 17° 15 à 17° 1. Ainsi, de 4h 46' à 5h 1', les racines n'ont pas absorbé d'eau : la transpiration a par conséquent été nulle lorsque l'atmosphère était saturée.

Lorsque la plante, au lieu d'être laissée dans l'atmosphère, est plongée dans l'eau, on remarque encore une contraction dans le tube capillaire, c'est-à-dire que l'eau continue de passer à travers les racines : j'ai observé plusieurs fois ce fait sur l'Orge ; mais je dois dire que les volumes d'eau qui passent ainsi par les racines sont très faibles.

3° *Transpiration à l'air libre.*

Lorsque les plantes sont à l'air libre, les variations dans les quantités d'eau transpirées, soit à la lumière, soit à l'obscurité, sont relativement faibles. Le 3 avril 1878, je mets en expérience six pieds de Seigle développés dans une même solution nutritive ; ils sont exposés à la lumière diffuse dans une salle de laboratoire et pesés régulièrement à 6h 1/2 du matin et à 6h 1/2 du soir, et, dans l'obscurité, de 6h 1/2 du soir au lendemain à 6h 1/2 du matin. Voici les résultats qui ont été obtenus :

DATES.	EAU TRANSPIRÉE.							TEMPÉRATURE.
		N° 1.	N° 2.	N° 3.	N° 4.	N° 5.	N° 6.	
	Milligr.	Milligr.	Milligr.	Milligr.	Milligr.	Milligr.	Milligr.	Degrés
3 avril, de 9 heures du matin à 6 h. 1/2 soir...............	Jour.	120	134	148	114	176	168	11 8
Du 3 avril à 6 h. 1/2 du soir, au 4 avril à 6 h. 1/2 matin....	Nuit.	85	101	147	86	151	146	11 5
Le 4 avril, de 6 h. 1/2 du matin à 6 h. 1/2 du soir..........	Jour.	117	102	124	106	128	122	11 7
Du 4 avril à 6 h. 1/2 du soir, au 5 avril à 6 h. 1/2 du matin..	Nuit.	61	59	76	50	80	84	11 5
Le 5 avril, de 6 h. 1/2 du matin à 6 h. 1/2 du soir..........	Jour.	204	157	166	139	211	175	12 5
Du 5 avril à 6 h. 1/2 soir, au 6 avril à 6 h. 1/2 du matin..	Nuit.	85	76	95	61	105	95	12 0

On voit que la quantité d'eau transpirée augmente en même temps que la température et baisse lorsque la température diminue. L'évaporation a lieu pendant la nuit comme pendant le jour, et la lumière ne semble pas avoir encore ici une influence prépondérante.

Mais jusqu'ici je n'ai rapporté que des expériences faites lorsque l'air ambiant était sec ou entièrement saturé, c'est-à-dire dans deux cas extrêmes. Les essais qui vont suivre ont été effectués à l'air libre dont l'état hygrométrique constamment variable d'un instant à l'autre a été sans cesse déterminé. Les résultats auxquels ils ont conduit permettent, je crois, de rechercher d'abord et d'établir ensuite la loi d'évaporation chez les végétaux.

Toutes les recherches ont été faites de la même manière, soit avec des plantes développées dans des solutions nutritives, soit avec des plantes enracinées dans la terre que contenaient des vases de verre ou de fer-blanc. On avait pris grand soin de bien fermer les vases avec des feuilles de caoutchouc ou du liège, afin d'être bien certain de l'origine de la perte d'eau constatée. Les plantes étaient pesées avant et après l'expérience de durée très variable : la différence de poids donnait la quantité d'eau transpirée. Au moment de chaque pesée, on déterminait, en outre, à l'aide de l'hygromètre de Regnault ou d'un psychromètre corrigé, l'état hygrométrique de l'air. On observait aussi la marche de l'actinomètre à thermomètres conjugués dans le vide. J'espérais, d'après l'opinion émise par quelques météorologistes, qu'avec les indications de cet actinomètre, je pourrais évaluer l'intensité lumineuse, mais après la discussion de mes observations et de celles qui ont été publiées dans l'Annuaire de Montsouris, il est resté, dans mon esprit, trop de doute sur l'exactitude de cet appareil pour que je considère ses indications comme bonnes : il ne m'a pas été possible de les utiliser (1).

(1) L'annuaire de l'Observatoire de Montsouris pour 1875 donne, à propos de l'actinométrie, les indications suivantes, qui ont été conservées plus ou moins dans les éditions ultérieures. La loi qui lie l'intensité θ des rayons transmis à

Afin de ne pas étendre ce travail outre mesure, je ne rapporterai que cinq séries d'essais comprenant 179 observations.

l'épaisseur ε de la couche atmosphérique traversée par eux est donnée par la formule de Bouguer :

$$\theta = A p \varepsilon$$

dans laquelle *p* est une quantité numérique sans cesse variable avec l'état de l'atmosphère, et qu'on nomme *constante atmosphérique* parce qu'elle est indépendante de ε, tout en changeant avec la quantité de vapeur contenue dans l'air... Parmi toutes les données actinométriques recueillies dans le cours de deux années à l'Observatoire de Montsouris à l'aide des deux thermomètres conjugués dans le vide, nous avons d'abord choisi celles qui ont été obtenues par des temps clairs, à ciel bleu et sans nuage. Nous avons ensuite pointé ces données sur une feuille de papier quadrillé. En prenant pour ordonnées les valeurs de θ et pour abscisses les valeurs correspondantes de ε, nous avons obtenu divers points d'une courbe très irrégulière. En rectifiant à la main cette première courbe, nous avons pu écarter un certain nombre de résultats influencés par des vapeurs souvent invisibles, bien que leur action sur l'actinomètre soit très marquée. A la suite de cet examen particulier, il nous est resté seulement, sur plus de mille, les neuf données suivantes rangées dans l'ordre décroissant de ε :

DATES	θ	ε
27 janvier 1873............	12.2	2.496
24 septembre 1873.........	13.7	1.524
25 mars 1873..............	14.0	1.455
21 avril 1874..............	14.7	1.247
23 avril 1874........	14.4	1.237
27 avril 1874..............	14.6	1.217
15 août 1873..............	14.4	1.216
21 mai 1874...............	14.9	1.138
20 juillet 1873.............	14.5	1.134

En appliquant à ces nombres la formule de Bouguer $\theta = A p \varepsilon$...., il vient pour *p* :

$$p = 0.8875$$
$$p = 0.8762$$
$$p = 0.8661$$
$$p = 0.8737$$
$$p = 0.8719$$

Moyenne = 0.8751.

Assurément, on ne pourrait souhaiter une plus grande concordance pour les valeurs de *p* déduites des données ci-dessus. Mais il est évident que si la formule de Bouguer et la courbe des neuf points sur plus de mille représente bien la loi qui lie l'intensité θ des rayons transmis à l'épaisseur ε de la couche atmosphérique, en combinant deux quelconques des données ci-dessus, on devra obtenir pour *p* une valeur sensiblement constante. Or, il n'en est rien. En ne choisissant pas les équations et en les combinant indistinctement toutes entre elles, deux à deux, on arrive, si je ne me trompe, à attribuer à *p* trente-six

Je dois ajouter qu'elles ont été prises parmi plus de vingt séries d'expériences ayant exigé plus de 850 déterminations

valeurs différentes, variant depuis 0.5018 (23 avril 1874 — 27 avril 1874) jusqu'à 997 240 (27 avril 1874 — 15 août 1873).

Voici d'ailleurs les trente-six valeurs de *p* déduites des données de l'Observatoire de Montsouris :

0.5018	Données des	22 avril 1874 et 27 avril 1874.
0.6455	—	15 août 1873 et 21 mai 1874.
0.7083	—	23 avril 1874 et 21 mai 1874.
0.7305	—	23 septembre 1873 et 25 mars 1874.
0.7729	—	27 avril 1874 et 21 mai 1874.
0.7754	—	24 septembre 1873 et 27 avril 1874.
0.7909	—	25 mars 1873 et 21 avril 1874.
0.8045	—	24 septembre 1873 et 21 mai 1874.
0.8128	—	24 septembre 1873 et 27 avril 1874.
0.8216	—	25 mars 1873 et 21 mai 1874.
0.8384	—	25 mars 1873 et 27 avril 1874.
0.8406	—	24 septembre 1873 et 23 avril 1874.
0.8506	—	24 septembre 1873 et 15 août 1874.
0.8613	—	27 janvier 1873 et 21 avril 1874.
0.8631	—	27 janvier 1873 et 21 mai 1874.
0.8646	—	24 septembre 1873 et 20 juillet 1874.
0.8690	—	27 janvier 1873 et 27 avril 1874.
0.8762	—	27 janvier 1873 et 25 mars 1873.
0.8766	—	27 janvier 1873 et 23 avril 1874.
0.8785	—	27 janvier 1873 et 15 août 1873.
0.8788	—	25 mars 1873 et 23 avril 1874.
0.8806	—	27 janvier 1873 et 20 juillet 1873.
0.8834	—	21 avril 1874 et 21 mai 1874.
0.8875	—	27 janvier 1873 et 24 septembre 1873.
0.8889	—	25 mars 1873 et 15 août 1873.
0.8964	—	25 mars 1873 et 20 juillet 1873.
0.9190	—	15 août 1873 et 20 juillet 1874.
0.9349	—	23 avril 1874 et 20 juillet 1874.
1.000	—	23 avril 1874 et 15 août 1874.
1.086	—	27 avril 1874 et 20 juillet 1874.
1.128	—	21 avril 1874 et 20 juillet 1874.
1.258	—	21 avril 1874 et 27 avril 1874.
1.945	—	21 avril 1874 et 15 août 1874.
7.871	—	21 avril 1874 et 23 avril 1874.
901.575	—	21 mai 1874 et 20 juillet 1874.
977.240	—	27 avril 1874 et 15 août 1874.

Des recherches personnelles poursuivies pendant plusieurs mois, avec un actinomètre analogue à celui de l'Observatoire de Montsouris, m'ont donné pour *p* des valeurs extrêmement variables. Elles m'ont même fourni des observations qui montrent bien que cet instrument n'a pas les propriétés qu'on lui attribue. On sait que, pendant le jour, la différence des deux thermomètres conjugués dans

d'eau évaporée, d'état hygrométrique de l'air, etc. Comme tous les phénomènes constatés varient dans le même sens, en présence de ce nombre considérable d'observations, il me sera permis, je crois, de généraliser les conclusions des cinq séries d'essais dont voici le détail.

Expériences sur le Maïs Caragua.

1re *série.* — Trois pieds de Maïs Caragua développés dans la terre que contenaient des flacons en verre sont exposés au soleil, le 5 août 1878, dès 5h 50′ du matin. Ils sont pesés régulièrement toutes les heures et donnent les résultats consignés dans le tableau n° I.

Tableau n° I.

5 AOUT 1878. — MAIS CARAGUA. — AU SOLEIL

PESÉES	EAU TRANSPIRÉE PAR			PSYCHROMÈTRE.	DIFFÉRENCE DES TENSIONS (F — f).
	LE PIED N° 1.	LE PIED N° 2.	LE PIED N° 3.		
Heures	Grammes.	Grammes.	Grammes.		
6 50 matin.	0 600	0 690	0 590	15 1 — 16 5	2 04
7 50 —	1 500	1 640	1 650	16 5 — 19.8	5 20
8 50 —	2 000	2 160	2 100	18 3 — 22 0	6 27
9 50 —	2 450	2 750	2 790	18 9 — 24 0	9 04
10 50 —	3 430	3 830	3 910	19 6 — 26 3	12 53
11 50 —	4 200	4 760	4 850	19 2 — 27 2	15 18
12 50 —	3 460	3 750	3 790	18 9 — 26 4	13 91

le vide est toujours positive, c'est-à-dire que la température T du thermomètre à boule noircie est plus grande que celle t du thermomètre à boule nue. On a donc :

$$T > t.$$

Lorsque la nuit arrive, la différence $T - t$ diminue et devient nulle si la température de l'atmosphère varie peu. Mais il n'en est plus ainsi lorsque le rayonnement nocturne est considérable : dans ce cas, les deux thermomètres ne marchent plus d'accord et on a :

$$T < t.$$

Or si $T > t$ signifie lumière, $T = t$ obscurité, que veut dire alors $T < t$? Les rayons lumineux solaires ne pouvant être isolés des rayons calorifiques qui

2e *série*. — Six pieds du même Maïs développés dans la terre sont exposés à l'air libre, à la lumière diffuse, le 3 août 1878, dès $5^h\ 45'$ du matin. Ils sont pesés régulièrement toutes les heures et donnent les résultats contenus dans le tableau n° II. (Voyez ce tableau, p. 266.)

Le ciel était couvert et il régnait un vent assez fort; vers 9 heures, la pluie tomba jusqu'à $10^h\ 1/4$. Tous les pieds étaient abrités sous un grand hangar ouvert de tous côtés.

seuls agissent sur les thermomètres, on comprend aisément qu'on ait tenté de fixer la valeur des uns en mesurant les autres et d'en déduire la fonction qui les lie entre eux. Malheureusement cette fonction paraît être très compliquée.

Par ce qui précède, on voit facilement que l'on ne saurait obtenir des résultats précis ni sérieux par l'emploi de la formule de Bouguer.

Tableau n° II.

3 AOUT 1878. — MAIS CARAGUA. — A LA LUMIÈRE DIFFUSE.

PESÉES.	EAU TRANSPIRÉE PAR LE						PSYCHROMETRE.	DIFFÉRENCE DES TENSIONS (F — f).	OBSERVATIONS.
	PIED N° 1.	PIED N° 2.	PIED N° 3.	PIED N° 4.	PIED N° 5.	PIED N° 6.			
Heures.	Grammes.	Grammes.	Grammes.	Grammes.	Grammes.	Grammes.		Millim.	
5 45 matin.	0 240	0 320	0 320	0 370	0 370	0 260	12 4 — 13 4	1 32	Ciel couvert.
6 45 —	0 410	0 480	0 510	0 520	0 580	0 480	13 0 — 14 8	2 46	Vent fort.
7 45 —	0 530	0 650	0 630	0 750	0 720	0 620	13 2 — 15 2	2 75	Pluie de 9 heures à 10 heures un quart.
8 45 —	0 370	0 480	0 430	0 520	0 330	0 260	13 8 — 14 4	»	
9 45 —	0 320	0 420	0 380	0 430	0 550	0 410	14.3 — 15 4	1 55	
10 45 —	0 400	0 460	0 510	0 700	0 550	0 350	14 6 — 16 1	2 14	
11 45 —	0 530	0 640	0 600	0 680	0 580	0 550	14 9 — 16 8	2 77	
12 45 —	0 600	0 730	0 700	0 760	0 750	0 700	15 3 — 17 7	3 59	
1 45 soir.	0 720	0 920	0 920	1 020	0 870	0 780	15 1 — 18 0	4 34	
2 45 —	0 950	1 120	1 130	1 240	1 200	0 960	15 5 — 19 2	5 83	
3 45 —	1 200	1 390	1 400	1 530	1 540	1 110	14 7 — 18 5	5 68	
4 45 —	0 710	0 880	0 800	0 870	1 010	0 750	14 7 — 17 8	4 58	
5 45 —	0 520	0 660	0 740	0 830	0 710	0 490	15 1 — 17 8	4 02	

3ᵉ *série.* — Un pied de Maïs Caragua, qui s'est développé dans une solution nutritive, est exposé à l'air libre, à l'ombre, le 17 août 1878, dès 7 heures du matin. La durée de transpiration dans chaque essai a été éminemment variable (de 4′ 48″ à 38′). Afin de suivre la marche de la transpiration, on a déterminé, pour chaque essai, la transpiration moyenne par minute ; elle est donnée dans le tableau n° III.

Tableau n° III.

MAIS CARAGUA

NUMÉROS D'ORDRE.	DURÉE DE LA TRANSPIRATION.	EAU TRANSPIRÉE.	TRANSPIRATION PAR MINUTE.	PSYCHROMÈTRE.	DIFFÉRENCE DES TENSIONS ($F - f$).	TRANSPIRATION PAR MINUTE CALCULÉE D'APRÈS LA FORMULE $E = 1\ 6299\ (F - f) + 0\ 540$.
	Minutes.	Milligr.	Milligr.	Degrés.		Milligr.
1	17	22	1 29	12 6 — 12 2	0 52	1 38
2	17	47	2 76	14 2 — 13 1	1 57	3 09
3	14	56	4 00	14 7 — 13 1	2 19	4 11
4	13	61	4 69	14 7 — 13 1	2 19	4 11
5	8 30	35	4 11	14 7 — 13 1	2 19	4 11
6	11 20	45	3 98	15 1 — 13 4	2 33	4 33
7	10	44	4 40	15 4 — 13 4	2 76	5 03
8	9 40	48	5 00	15 8 — 13 8	2 77	5 05
9	8 40	46	5 34	16 2 — 14 0	3 05	5 51
10	7 40	47	6 18	16 4 — 14 0	3 43	6 13
11	7 15	54	7 45	16 6 — 13 9	3 91	6 91
12	6 45	38	5 63	16 2 — 14 0	3 05	5 51
13	7 30	46	6 13	16 4 — 14 0	3 43	6 13
14	6 50	52	7 64	16 6 — 13 6	4 30	7 54
15	6 30	49	7 53	17 2 — 14 2	4 36	7 64
16	5 45	45	7 82	17 2 — 14 2	4 36	7 64
17	5 15	57	10 85	17 3 — 14 0	4 79	8 35
18	5 15	48	9 14	17 6 — 14 0	5 25	9 09
19	5 15	39	7 42	17 9 — 14 7	4 74	8 26
20	4 40	42	9 01	18 0 — 14 8	4 75	8 28
21	4 40	39	8 37	18 0 — 14 8	4 75	8 28
22	5	49	9 80	18 1 — 14 3	5 61	9 68
23	8	89	11 12	18 4 — 14 4	5 94	10 22
24	8 50	89	10 07	17 8 — 13 8	5 87	10 11
25	8 50	92	10 41	18 4 — 14 4	5 94	10 22
26	8 10	93	10 17	18 7 — 14 5	6 29	10 79
27	6 40	87	13 06	19 0 — 14 6	6 63	11 34
28	6 40	78	11 71	19 0 — 14 4	6 73	11 51
29	7	75	10 71	18 7 — 14 0	6 99	11 93
30	38	421	13 71	20 2 — 15 0	8 08	13 71
31	8 10	85	10 41	19 2 — 14 7	6 82	11 65
32	7 6	83	11 69	19 0 — 4 14	6 73	11 51
33	12 25	155	12 22	18 8 — 13 8	7 45	12 68

4e série. — Les expériences ont été faites sur le même pied qui a fourni les résultats de la troisième série et dans les mêmes conditions, le 22 août 1878, par un ciel couvert, à l'air libre. Les résultats sont inscrits dans le tableau n° IV.

Tableau n° IV.

MAIS CARAGUA

NUMÉROS D'ORDRE.	DURÉE DE LA TRANSPIRATION.	EAU TRANSPIRÉE.	TRANSPIRATION PAR MINUTE.	PSYCHROMÈTRE.	DIFFÉRENCE DES TENSIONS ($F - f$).	TRANSPIRATION PAR MINUTE CALCULÉE D'APRÈS LA FORMULE $E = 1\,864\,(F - f) + 1\,994$.
	Minutes.	Milligr.	Milligr.		Millim.	Milligr.
1	11 20	38	2 82	12 4 — 12 2	0 25	2 46
2	22 10	47	2 12	12 8 — 12 6	0 26	2 48
3	23 30	80	3 40	14 6 — 13 9	1 01	3 87
4	40 20	223	5 53	16 1 — 14 9	1 72	5 20
5	9 45	57	5 84	16 1 — 14 9	1 72	5 20
6	10	50	5 00	16 1 — 15 0	1 51	4 81
7	11 50	64	5 41	16 1 — 15 0	1 51	4 81
8	8 15	43	5 21	16 5 — 15 2	1 67	5 11
9	9 30	52	5 47	16 6 — 15 2	2 05	5 81
10	8 45	61	6 97	17 4 — 15 7	2 56	6 77
11	8 15	63	7 63	18 0 — 16 0	3 03	7 64
12	7 40	59	7 70	18 0 — 16 0	3 03	7 64
13	7 20	60	8 18	18 4 — 16 2	3 37	8 27
14	12	110	9 16	18 6 — 16 2	3 69	8 87
15	5 30	45	8 18	18 3 — 16 2	3 21	7 98
16	5 35	45	8 06	18 5 — 16 4	3 22	8 00
17	5 40	44	7 77	18 4 — 16 4	3 06	7 70
18	6 30	44	8 30	18 3 — 16 0	3 52	8 55
19	4 50	37	7 66	18 4 — 16 4	3 06	7 70
20	6 45	50	7 40	18 3 — 16 3	3 06	7 70
21	4 35	34	7 42	18 3 — 16 3	3 06	7 70
22	6 30	46	7 07	18 3 — 16 3	3 06	7 70
23	6 20	50	7 89	18 4 — 16 4	3 06	7 70
24	6	51	8 50	18 7 — 16 5	3 40	8 33
25	5 55	50	8 46	18 9 — 16 7	3 42	8 37
26	5 30	43	7 81	18 9 — 16 7	3 42	8 37
27	5 40	53	9 36	19 1 — 16 7	3 75	8 98
28	5	52	10 40	19 3 — 16 5	4 37	10 14
29	4 55	47	9 57	19 5 — 16 8	4 42	9 90
30	4 35	45	9 82	19 7 — 16 9	4 43	10 25
31	4 35	45	9 82	19 7 — 16 9	4 43	10 25
32	4 40	39	8 36	19 6 — 16 8	4 41	10 21
33	40 45	453	11 11	20 5 — 17 5	4 89	11 11

5e *série*. — Les expériences de la cinquième série ont été faites sur un grand pied (1 mètre environ de hauteur) de Maïs Caragua, qui s'était développé dans de la terre qu'une caisse rectangulaire en fer-blanc contenait. Il était exposé au soleil. Les essais ont commencé, le 14 septembre 1878, à 7h 54′ du matin. Toutes les pesées ont eu lieu régulièrement toutes les demi-heures. Les observations sont consignées dans le tableau nº V.

Tableau nº V.

MAIS CARAGUA

HEURES DES PESÉES.	EAU TRANSPIRÉE.	TRANSPIRATION par demi-heure.	PSYCHROMÈTRE.	DIFFÉRENCE DES TENSIONS $(F - f)$.	TRANSPIRATION par demi-heure calculée d'après la formule $E = 1\,338\,(F - f) + 1\,044$.
Heures.	Grammes.	Grammes.	Degrés.	Millim.	Grammes.
7 54	»	»	»	»	»
8 24	4 400	4 400	14 1 — 12 6	2 01	3 733
8 54	5 650	5 650	16 2 — 13 8	3 44	5 650
9 24	7 400	7 400	17 7 — 14 4	4 85	7 533
9 54	9 300	9 300	17 4 — 13 5	5 65	8 604
10 24	10 650	10 650	18 9 — 14 1	7 10	10 544
10 54	13 650	13 650	20 4 — 14 3	9 40	13 032
11 54	32 600	16 300	21 3 — 14 1	11 31	16 176
12 24	16 300	16 300	21 1 — 13 6	11 58	16 538
12 54	18 050	18 050	22 8 — 15 0	12 69	18 023
1 24	18 200	18 200	22 8 — 15 0	12 69	18 023
1 54	19 950	19 950	22 3 — 13 3	14 11	19 923
2 24	19 100	19 100	22 6 — 14 2	13 43	19 013
3 24	40 400	20 200	23 4 — 14 6	14 36	20 257
3 54	18 800	18 800	22 9 — 14 8	13 14	18 625

4º *Représentation graphique des résultats.*

Conclusions.

Il restait ensuite à coordonner les résultats. Pour cela, j'ai d'abord représenté graphiquement la marche de la transpiration, de l'état hygrométrique de l'air, de la température et de

l'intensité lumineuse pendant les expériences. On prenait pour abscisses les temps et pour ordonnées les quantités d'eau transpirées par minute ou par heure, ou l'état hygrométrique de l'air. On vit bientôt que la courbe de transpiration marche beaucoup plus avec la courbe de dessiccation de l'air obtenue en prenant le complément à 100 de l'humidité relative qu'avec la courbe actinométrique. La conclusion ne pouvait être douteuse : c'est que la transpiration est fonction de l'état hygrométrique de l'air. Mais quelle est la forme de cette fonction?

Si l'on représente graphiquement les essais dans l'air sec des 21 août et 8 décembre 1877, en prenant les températures pour abscisses et les poids d'eau transpirée pour ordonnées, puis la courbe de la tension de la vapeur à ces mêmes températures, on trouve que la courbe des tensions et la courbe des évaporations sont sensiblement parallèles : il suit de là que dans ces essais la transpiration est fonction de la tension de vapeur aux températures considérées et conséquemment fonction de ces températures. Il résulte de là aussi que la courbe représentative de l'évaporation devient une ligne sensiblement droite, si l'on prend les tensions de vapeur d'eau pour abscisses et les quantités d'eau transpirée pour ordonnées; son équation générale sera :

$$E = a\,F \pm c.$$

E, quantité d'eau évaporée.

a, coefficient variable dans chaque expérience.

c, constante.

F, tension de la vapeur aux diverses températures de l'expérience.

Avant d'aller plus loin, il est bon de faire quelques remarques. Les observations ont toutes été intermittentes; on ne peut donc s'attendre à voir les transpirations s'accroissant ou décroissant régulièrement, c'est-à-dire variant avec continuité. En effet, il peut se faire, par exemple, que pendant un certain temps la plante et l'atmosphère ambiante s'étaient trouvées à la température *t*, il s'évapore une quantité d'eau

correspondant à cette température ; si, pour une cause quelconque, qui arrive fréquemment dans ces sortes d'essais, la température devient subitement t', plus grande ou plus petite que t au moment de l'observation, l'expérimentateur notant la température t' trouvera que la quantité d'eau évaporée ne correspond plus à t', qu'elle est plus grande lorsque l'on a $t' > t$, et plus petite lorsque $t' < t$. Il y a là un grave inconvénient venant de la discontinuité des essais : on comprendra que, dans la représentation graphique, ces erreurs inhérentes aux expériences elles-mêmes soient reproduites : aussi y a-t-il quelques points en dehors des courbes tracées, mais ces points ne peuvent en aucune façon amoindrir la valeur des résultats, puisqu'on ne s'est proposé que d'étudier le sens du phénomène de la transpiration. Il est permis de supposer que s'il avait été possible d'observer d'une manière continue les variations thermométriques, les variations dans la quantité d'eau évaporée auraient suivi aussi une marche continue.

Il résulte de ce qui précède, que la quantité d'eau transpirée par une feuille peut être exprimée par la formule $E = a F \pm c$, lorsqu'elle transpire dans une atmosphère sèche.

Si l'on construit de la même manière les courbes représentatives de la loi de la transpiration lorsque les atmosphères ambiantes sont partiellement saturées, et si l'on prend pour abscisses non plus la tension maximum de la vapeur correspondant à la température d'expérience, mais bien la différence entre cette tension maximum et la tension de la vapeur dans l'air au moment de l'essai, on trouve encore que ces courbes se confondent sensiblement avec des lignes droites. Tous les résultats pourront donc être représentés algébriquement comme ces droites par l'équation générale :

$$E = a(F - f) \pm c.$$

a, étant un coefficient particulier à chaque plante, est variable, même avec chaque série d'expériences.

Pour montrer que cette équation est générale et applicable à la transpiration, il suffit de comparer les résultats obtenus

par le calcul à l'aide de cette formule à ceux donnés directement par l'expérience.

Dans chaque série d'essais, le coefficient *a* et la constante *c* ont été déterminés à l'aide de points se confondant avec la courbe d'évaporation.

1re SÉRIE. — *Expérience du* 5 *août* 1878.

La formule générale devient dans ces expériences :

Pour le pied n° 1 : $E = 0{,}266\,(F - f) + 0{,}135$
Pour le pied n° 2 : $E = 0{,}305\,(F - f) + 0{,}067$
Pour le pied n° 3 : $E = 0{,}330\,(F - f) + 0{,}063$

Par l'application de ces formules, on obtient les quantités théoriques d'eau transpirée suivantes :

HEURES des EXPÉRIENCES.	DIFFÉRENCE des Tensions = F — f.	PIED N° 1.		PIED N° 2.		PIED N° 3.	
		CALCULÉ.	OBSERVÉ.	CALCULÉ.	OBSERVÉ.	CALCULÉ.	OBSERVÉ.
Heures.		Grammes.	Grammes.	Grammes.	Grammes.	Grammes.	Grammes.
6 50	2 04	0 677	0 600	0 690	0 690	0 590	0 590
7 50	5 20	1 518	1 500	1 653	1 640	1 601	1 650
8 50	6 27	1 802	2 000	1 980	2 160	2 069	2 100
9 50	9 04	2 540	2 450	2 824	2 750	2 793	2 790
10 50	12 53	3 468	3 430	3 888	3 830	4 072	3 910
11 50	15 18	4 173	4 200	4 697	4 760	4 920	4 850
12 50	13 91	3 835	3 460	4 309	3 750	4 514	3 790

2e SÉRIE. — *Expériences du* 3 *août* 1878.

L'équation générale $E = a\,(F - f) \pm c$ devient :

Pour le pied n° 1.
$E = 0\ 154\ (F - f) + 0\ 052.$

Pour le pied n° 2.
$E = 0\ 176\ (F - f) + 0\ 093.$

Pour le pied n° 3.
$E = 0\ 179\ (F - f) + 0\ 083.$

Pour le pied n° 4.
$E = 0\ 193\ (F - f) + 0\ 115.$

Pour le pied n° 5.
$E = 0\ 184\ (F - f) + 0\ 127.$

Pour le pied n° 6.
$E = 0\ 144\ (F - f) + 0\ 119.$

HEURES D'OBSERVATION.	PAR L'APPLICATION DE CES FORMULES, ON OBTIENT : POUR LE											
	PIED N° 1.		PIED N° 2.		PIED N° 3.		PIED N° 4.		PIED N° 5.		PIED N° 6.	
	CALCULÉ.	OBSERVÉ.	CALCULÉ.	OBSERVÉ.	CALCULÉ.	OBSERVÉ.	CALCULÉ.	OBSERVÉ.	CALCULÉ.	OBSERVÉ.	CALCULÉ.	OBSERVÉ.
Heures.	Grammes.	Grammes.	Grammes.	Grammes.	Grammes.	Grammes.	Grammes.	Grammes.	Grammes.	Grammes.	Grammes.	Grammes.
6 45 matin.	0	0 240	0 325	0 320	0 319	0 320	0 370	0 370	0 370	0 370	0 260	0 260
7 45 —	0 430	0 410	0 526	0 480	0 523	0 510	0 589	0 520	0 580	0 580	0 473	0 480
8 45 —	0 476	0 530	0 577	0 650	0 575	0 630	0 616	0 750	0 720	0 633	0 515	0 620
9 45 —	»	0 370	»	0 380	»	0 430	»	0 520	0 330	»	»	0 260
10 45 —	0 291	0 320	0 366	0 420	0 360	0 380	0 414	0 430	0 550	0 412	0 342	0 410
11 45 —	0 381	0 400	0 469	0 460	0 466	0 510	0 528	0 700	0 550	0 521	0 427	0 350
12 45 soir.	0 478	0 530	0 580	0 640	0 579	0 600	0 650	0 680	0 580	0 636	0 518	0 550
1 45 —	0 605	0 600	0 725	0 730	0 725	0 700	0 808	0 760	0 750	0 787	0 636	0 700
2 45 —	0 720	0 720	0 857	0 920	0 860	0 920	0 953	1 020	0 870	0 925	0 744	0 780
3 45 —	0 950	0 950	1 120	1 120	1 130	1 130	1 240	1 240	1 200	1 200	0 960	0 960
4 45 —	0 926	1 200	1 093	1 390	1 099	1 400	1 211	1 530	1 510	1 172	0 937	1 110
5 45 —	0 757	0 710	0 899	0 880	0 903	0 800	0 998	0 870	1 010	0 970	0 778	0 750
6 45 —	0 671	0 520	0 800	0 660	0 802	0 740	0 890	0 830	0 740	0 866	0 697	0 490

3e SÉRIE. — *Expérience du 17 août 1878.*

L'équation générale $E = a(F - f) \pm c$ devient :

$$E = 1{,}6299\,(F - f) + 0{,}540.$$

Les chiffres obtenus à l'aide de cette formule sont inscrits dans la dernière colonne du tableau n° III.

4e SÉRIE. — *Expérience du 22 août 1878.*

L'équation devient :

$$E = 1{,}864\,(F - f) + 1{,}994.$$

Les résultats qu'elle donne se trouvent inscrits dans la dernière colonne du tableau n° IV.

5e SÉRIE. — *Expérience du 14 septembre 1878.*

L'équation est :

$$E = 1{,}338\,(F - f) + 1{,}044,$$

et donne les résultats consignés dans le tableau n° V.

La coïncidence presque parfaite que l'on observe entre les quantités d'eau déterminées par la formule et celles données directement par l'expérience permet de formuler la loi de l'évaporation. Les différences que l'on remarque entre les deux résultats sont de l'ordre de celles qui résultent de la continuité de l'évaporation pendant les pesées : conséquemment elles peuvent être parfaitement négligées.

Conclusions. — En résumé, toutes mes expériences m'autorisent à conclure que chez les plantes :

1° La transpiration est indépendante de la lumière.

2° Elle est nulle dans une atmosphère saturée.

3° Elle est fonction de l'état hygrométrique de l'air. Cette fonction est représentée assez exactement par l'équation :

$$E = a\,(F - f) \pm c,$$

dans laquelle a est un coefficient variable avec chaque plante et chaque expérience;

F, la tension de la vapeur d'eau correspondant à la température de l'atmosphère dans chaque expérience;

f, la tension de la vapeur d'eau contenue dans l'atmosphère au même moment;

c, une constante, positive ou négative.

Dalton a trouvé que la quantité d'eau qu'évapore une surface d'eau située dans une atmosphère partiellement saturée, peut s'exprimer par une équation identique.

4° Si la transpiration est plus active dans la plante exposée au soleil que dans la plante à l'ombre, cela tient :

a) Aux rayons calorifiques qui, accompagnant toujours les rayons lumineux, échauffent les tissus;

b) Aux fonctions d'assimilation des feuilles.

5° *Applications.*

L'étude qui vient d'être faite permet de rendre compte d'un certain nombre de phénomènes végétaux qui se produisent assez fréquemment à des époques indéterminées et qui jusqu'ici n'ont reçu, je crois, ni d'explication suffisante, ni de démonstration expérimentale : je veux parler du jaunissement des céréales au printemps et de la maladie de la Vigne observée souvent dans le Midi et appelée *folletage*.

Jaunissement des céréales. — Dans mes nombreuses expériences sur l'évaporation, j'avais toujours remarqué que les plantes maintenues pendant un certain temps dans des atmosphères saturées ou près de leur point de saturation ne tardaient pas à jaunir. Ce jaunissement était obtenu par une trop grande humidité atmosphérique, tandis que jusque-là il avait toujours été considéré comme étant la conséquence d'un excès d'eau dans le sol. J'ai examiné successivement ces deux opinions, si différentes au fond, et je suis arrivé, à l'aide d'expériences faciles à répéter, à cette conclusion, que la cause du

jaunissement est intimement liée au phénomène de la transpiration et réside par conséquent dans l'air.

Je choisis sur une belle touffe de Blé présentant de nombreuses tiges de même force, quatre tiges très comparables que je place séparément dans quatre tubes de verre de 1 mètre de longueur : les tiges ont environ $0^m,60$ de hauteur. Je fais arriver, à l'aide d'un dispositif spécial qu'il est facile d'imaginer, dans chacun de ces tubes le même volume d'air chargé d'acide carbonique; avec cette différence toutefois, que deux tubes le reçoivent entièrement sec, les deux autres entièrement saturé; deux pieds sont donc dans l'air sec et deux pieds dans l'air saturé.

On a eu soin, en outre, d'établir au pied de la touffe une sorte de petit bassin, que l'on maintient constamment rempli d'eau. Les racines sont donc, dans les mêmes conditions, soumises à un excès d'humidité puisqu'elles sont noyées dans l'eau; les tiges seules sont différemment situées.

Un essai a été fait le 11 mai 1877 sur du Blé. Le 21, c'est-à-dire dix jours après, les tiges plongées dans l'air humide étaient jaunes. On change les tiges jaunes; le 5 juin, les tiges dans l'air sec sont toujours vertes, mais les tiges dans l'air humide sont devenues jaunes. On intervertit l'expérience à ce moment, c'est-à-dire que l'on fait passer de l'air sec sur les tiges jaunies et de l'air humide sur les tiges vertes. Le 9 juin, c'est-à-dire après quatre jours, les tiges qui étaient jaunes sont devenues presque vertes; le 11 juin elles sont entièrement vertes comme les voisines, mais les plantes qui étaient primitivement vertes sont devenues jaunes pendant ce temps.

On refait ensuite l'expérience comme en premier lieu, du 11 au 30 juin : les feuilles vertes deviennent jaunes dans l'air humide et les feuilles jaunes deviennent vertes dans l'air sec. On peut donc faire à volonté jaunir les feuilles vertes ou verdir les feuilles jaunes.

Ainsi les conditions atmosphériques seules suffisent pour produire ce jaunissement, et, comme pendant tous ces essais es racines se sont constamment trouvées dans des conditions

identiques, il est permis de conclure que c'est dans l'excès d'humidité atmosphérique qu'il faut chercher la cause du jaunissement.

Des expériences semblables faites sans renouvellement d'air, du 24 avril au 14 mai, ont conduit aux mêmes résultats; les feuilles saturaient elles-mêmes l'atmosphère des tubes; et la dessiccation était obtenue à l'aide de chlorure de calcium.

Chez les arbustes, on remarque aussi le même fait, mais il est plus lent à se produire. Ainsi chez le *Viburnum tinus*, mis en essai le 20 avril 1877, le jaunissement a été très lent d'abord, puis très rapide vers le 20 mai.

Un essai, rapporté précédemment sur une touffe d'Avoine (13 avril 1878 et jours suivants), a conduit au même résultat. Il a de plus montré que l'évaporation avait été nulle. Conséquemment le jaunissement des céréales a pour cause l'absence ou tout au moins la grande faiblesse de la transpiration, due à la saturation presque complète de l'atmosphère.

Folletage. — J'ai eu l'occasion de l'examiner à Mettray (Indre-et-Loire), sur la Vigne et le Tilleul. Dans la Vigne, des ceps pleins de vigueur se fanent et tout le développement de l'année périt. Les pieds atteints sont disséminés et un examen minutieux montre que l'on n'a affaire ni à aucune maladie, ni à aucun insecte connu. Par l'observation attentive de la marche du phénomène, j'ai été conduit à l'attribuer à un excès d'évaporation, développé sous l'influence calorifique solaire. Je crois l'expliquer suffisamment de la façon suivante :

Il est tombé, en 1878, une forte quantité d'eau, qui, d'une part, a empêché l'échauffement rapide du sol et, d'autre part, saturé l'atmosphère de vapeur d'eau. D'un autre côté, le ciel de la Touraine a été presque constamment couvert. La végétation de la Vigne a eu lieu pour ainsi dire à l'ombre, et dans ces conditions les tissus de la plante n'ont pas acquis la résistance qu'ils auraient eue si le soleil avait donné plus souvent. Les tissus étaient gorgés d'eau. L'atmosphère ayant été aussi relativement humide, l'évaporation de la plante se trou-

vait nécessairement faible. Les expériences de M. Sachs ont prouvé que la transpiration augmente lorsqu'on élève la température du sol. Conséquemment, la circulation de l'eau à travers les racines et le bois a dû être très lente puisque l'évaporation l'était elle-même : il est du reste facile de s'en rendre compte par une expérience très simple, dans laquelle on mesure, ainsi que je l'ai fait moi-même, la quantité d'eau qui passe par les racines et celle qui est évaporée simultanément lorsque la plante est placée soit dans l'air sec, soit dans l'air humide.

Un régime de circulation de l'eau dans les racines s'est pour ainsi dire établi, réglé, d'après l'activité de la transpiration. Qu'on suppose maintenant qu'à un instant donné le soleil frappe de ses rayons brûlants le feuillage très développé de la Vigne. L'air s'échauffe, devient moins humide, se dessèche en un mot, et par cela même détermine un accroissement dans l'évaporation d'autant plus énergique, que la température de la plante sera plus élevée, que l'air sera moins saturé de vapeur. Et comme la quantité d'eau perdue par les feuilles ne peut être instantanément remplacée en totalité par celle que les racines absorbent (à cause du régime de circulation établi), les feuilles et les jeunes tiges cèdent les liquides de leurs tissus, se fanent et périssent si la perte d'eau atteint une certaine limite.

C'est donc un excès de transpiration, déterminé par un coup de soleil et la variation brusque de l'état hygrométrique de l'air qui en est la conséquence, qui occasionne le dépérissement observé.

De nombreuses confirmations viennent à l'appui de cette explication :

1° En diminuant autant que possible la transpiration des ceps atteints partiellement par la suppression d'un nombre suffisant de feuilles, on enraye le mal ; j'ai traité ainsi de nombreux pieds, qui, loin de continuer à dépérir, se sont entièrement remis.

2° Les céréales sont atteintes de la même façon. Une feuille

de Blé attenante à la tige en pleine terre est maintenue dans l'air humide à l'ombre le 10 juin 1877 de quatre à neuf heures du matin; elle ne transpira en moyenne que 5 milligrammes d'eau par heure, bien que la température se soit élevée de 15°,5 à 27°,5. De neuf à dix heures, on l'exposa au soleil; sa température était de 30 degrés et elle transpira 252 milligrammes d'eau. De dix heures à onze heures, on la remit à l'ombre dans l'air humide; elle ne transpira que 17 milligrammes, bien que la température ait été de 31°,5; de onze heures à midi, au soleil, elle évapora 174 milligrammes; de midi à une heure, 27 milligrammes; de une heure à deux heures, 1 milligramme; de deux à trois heures, toujours au soleil, 1 milligramme. La température était toujours de 31°,5. A trois heures, la feuille était morte. Dans un second essai, fait au soleil le même jour sur une autre feuille, j'obtins une transpiration de 234 milligrammes dans la première heure, de 108 dans la seconde, de 30 milligrammes dans la troisième et de 4 milligrammes dans la quatrième. La feuille après ce temps était encore morte (1).

Ainsi le jaunissement et le folletage ont pour cause la transpiration. L'étude à laquelle je me suis livré rend exactement compte des phénomènes : le jaunissement est dû à une absence de transpiration, le folletage à un excès d'évaporation.

(1) M. Saint-André est arrivé à une conclusion identique dans des expériences postérieures aux miennes, faites au Laboratoire de recherches agronomiques à l'École d'Agriculture de Montpellier.
Voyez à ce sujet le *Journal de l'Agriculture*, 1882, t. IV, p. 144.

MISSION CAPUS

—

PLANTES DU TURKESTAN

Par M. A. FRANCHET,

Attaché à l'Herbier du Muséum.

(*Suite.*)

ROSACEÆ.

PRUNUS.

Pr. Armeniaca L. sp. 679. *Armeniaca vulgaris* Lam., dict. I, p. 2; Bunge Rel. Lehm., p. 283, n. 429.

Bords de l'Iskander-Koul; 7 juillet, n. 390. Schirabad, Ablatoune (Ferghanah), alt. appr. 400 mètres; 3 septembre, n. 391.

Pr. verrucosa sp. nov.

(*Cerasus*). Frutex humilis, ramosus, cortice cinereo, demum fusco; folia glaberrima, in pulvinis elevatis fasciculata, obovato-cuneata, breviter petiolata, e medio ad apicem argute serrata; flores solitarii, breviter pedunculati; calix extus glaber, basi ventricosus, longe tubulosus, dentibus triangularibus, pubescentibus, demum patenti-reflexis; petala...; putamen ovatum, basi costulatum, cæterum elevato-verrucosum.

Pruno (*Ceraso*) *microcarpæ* C. A. Mey, valde affinis; pedunculis brevibus (3-5 mill. longis), putamine verrucoso nec levi facile distincta.

Entre Ansab et Varsaout; 25 juin, n. 392.

Pr. brachypetala. *Cerasus brachypetala* Boiss. Diagn. Ser. I, fasc. 6, p. 52; *C. incisa* Boiss. Fl. Or., II, p. 648.

Karakyz; 21 août, n. 393.

Specimina tantum foliifera, sed vix dubia.

Pr. avium L. sp. 680.

Schirabad, dans les terrains pierreux sur les pentes des montagnes; 7 avril, n. 394.

Pr. Mahaleb L. sp. 678.

Bords de la rivière Pskème, affluent du Tchirtchik et du Tachkent, alt. appr. 1260 mètres; 24 août, n. 395.

P. divaricata Ledeb. Ind. sem. Dorpat (1824), p. 6.

Bords de la rivière Pskème, dans les monts Tchirtchik, alt. appr. 1800 mètres; 18 août, n. 397. Karakyz, 24 août.

Assez abondant au bord des rivières; les fruits sont très bons à manger et rappellent par leur saveur la Prune Mirabelle; la variété à fruits jaunes (*Tagh altcha*) est la plus répandue; mais on en trouve aussi assez fréquemment des variétés à fruits rouges ou noirs (*Kok altcha*).

P. Amygdalus Baill. Hist. des pl., I, p. 415. *Amygdalus communis* L. sp. 677.

Cultivé et subspontané sous sa forme typique à feuilles lancéolées ou étroitement oblongues.

β. *ovalifolia.* — Folia e basi rotundatâ vel leviter productâ ovata vel late ovata; putamen quam in typo minus rugosum.

Bords du Pskème et sur les rochers, à Vorou (Kohistan); 8 juillet, n. 402.

Variété de l'Amandier commun, très remarquable par la forme de ses feuilles; ses fruits sont presque aussi gros que ceux de la plante cultivée, mais l'endocarpe a ses rugosités moins prononcées et plus rapprochées. M. Capus considère la plante comme tout à fait sauvage dans les localités citées.

Pr. spinosissima. *Amygdalus spinosissima* Bunge Rel. Lehm. p. 283, n. 427.

Tengi Charam, montagne de Baissoun (Boukharie), alt. appr. 2200 mètres; 16 juin, n. 398.

Pr. ulmifolia sp. nov.

(*Chamæamygdali*). — Frutex 2-3 metr., ramis vetustis tortuosis, cinereis vel fuscis, glabris, recentioribus tenuiter velu

tinis; folia brevissime petiolata, supra glabra, subtus glaucescentia, ad nervos pubescentia, ovata vel late obovata, inæqualiter et subduplicato-dentata, nonnullis apice obscure subtrilobis; stipulæ laciniatæ; flores inter perulas haud exserte pedunculati; calicis tubus breviter campanulatus, lobis lanceolatis, subacutis, tubum subæquantibus; petala unguiculata, alba, calicem parum superantia; stylus dense pilosus; fructus haud compressus, ovatus, parvus, pallide rubescens, breviter et sat dense velutinus, subsessilis; putamen ovato-globosum, sulcato-rugosum, sulcis anastomosantibus cum punctis impressis numerosis.

Petiolus 4-5 mill. long.; limbus 3-5 cent.; pedunculi inter perulas 3-4 mill.; calicis tubus circiter 2 mill.; petala 5-6 mill.; fructus 10-12 mill. long., 7-8 mill. lat.

Ablatoume, chaîne du Tchotkal-Taou, alt. appr. 2200 mètres; 3 septembre, n. 397 *bis*.

Espèce remarquable, dans le groupe des *Chamæamygdali*, par ses feuilles fortement dentées et ressemblant à celles de l'Ormeau.

SPIRÆA.

Sp. pilosa sp. nov.

(*Chamædryon*). — Frutex humilis (1-2 pedalis, ex speciminibus), ramosus; ramuli hornotini floriferi breviter pubescentes, elongati, foliati; folia cuneato-obovata, brevissime petiolata, pilosula, apice 5-7 dentata, subtus satis elevato nervosa; flores breviter racemoso-corymbosi, pedicellis gracilibus, hirtellis, flore 4-druplo longioribus; calix pubescens, tubo cupulato, dentibus triangularibus, post anthesin erectis; petala alba, late obovata, calicem paulo superantia; folliculi ovati, erecti, hirtelli, dorso styligeri, apice rotundati, stylo erecto subinfra-apicali.

Sp. pubescenti Lindl., valde similis; differt præsertim inflorescentià pilosà et floribus racemoso-corymbosis. Anne potius varietas?

Sjémessan; 26 août, n. 403.

S. lasiocarpa Kar. et Kir. Enum, p. 217. *Sp. crenifolia* C. A. Meyer?; Maxim. Spir., p. 76.

Ablatoume; 1er septembre, n. 404.

Plante absolument semblable à celle de l'Alatau publiée par Karelin et Kirilow (nº 1441) sous le nom de *Sp. lasiocarpa;* les feuilles sont complètement glabres, un peu épaisses, lancéolées, entières, ou quelques-unes obscurément tridentées au sommet; celles des jeunes rameaux stériles sont toutes entières, aussi bien dans la plante du Turkestan que dans celle de l'Alatau; les rameaux florifères et les fleurs sont tout à fait glabres; les dents calicinales dressées, ou quelquefois réfléchies à la maturité, ce qui semble infirmer la valeur de ce caractère; les carpelles, environ une fois aussi longs que le calice, sont velus, ventrus intérieurement; le style est étalé et termine la ligne dorsale.

M. Maximowicz rapproche avec doute la plante de Karelin et Kirilow du *Sp. crenifolia;* la consistance des feuilles, que je vois toujours glabres, leur forme, qui est la même sur les rameaux florifères et les rameaux stériles de l'année, la dimension des carpelles, qui excèdent environ une fois le calice, semblent autant de caractères suffisants pour maintenir l'autonomie du *Sp. lasiocarpa*.

Dans le *Sp. crenifolia* C. A. Mey., les feuilles des rameaux stériles de l'année sont dentées dans leur moitié supérieure, l'inflorescence est pubescente, les carpelles, tout à fait glabres, dépassent à peine le calice.

D'autre part, l'allongement du rameau floral, la présence de feuilles à la base de l'inflorescence, la consistance épaisse et ferme des feuilles, la villosité des carpelles, ne permettent guère de réunir le *Sp. lasiocarpa* au *Sp. hyperifolia*.

Sp. hypericifolia Lamk. et DC. Fl. Fr., V, p. 645, var. *typica* Maxim. Spir., p. 74.

Entre Anzab et Varsaout; 25 mai, n. 405. Outikasch; alt. 2300 mètres; 17 juin, n. 406.

RUBUS.

R. cæsius L. sp. 606.

Karakyz; 21 août, n. 407.

POTENTILLA.

P. fruticosa L. sp. 709, var. *tenuifolia* Lehm. Monogr. Pot., p. 32.

Intarr (Kohistan), alt. appr. 2700 mètres; 20 juin, n. 406.

P. bifurca L. sp. 711, var. *glabrata* Lehm. Monogr., p. 36.

Gorge de Tchoukalik, en face d'Ourmitane, alt. appr. 2200 mètres; 16 juin, n. 409. Jori; 14 juin, n. 410. Anzab, vallée du Jagnaous; 4 juillet, n. 411.

P. hirta L. sp. 712.

Kizil-Kouisch, vallée de l'Ona Oulgane, alt. appr. 1750 m.; 22 août, n. 412. Ourmitane; 16 juin, n. 413. Varsaout; 25 juin, n. 414.

Var. *pedata*. — *P. pedata* Willd.

Plaine de Tchotkal; 31 août, n. 415. Ourmitane; 16 juin, n. 416.

P. pensylvanica L. mant. 76, var. *conferta* Ledeb. Fl. ross., II, 40.

Passe de Koui-Kabra, vallée du Jagnaous (Kohistan), alt. appr. 3430 mètres; 6 juillet, n. 417.

P. multifida L. sp. 710, var. *angustifolia* Lehm. Monogr., p. 64.

Vallée du Jagnaous, alt. 2800 mètres; 27 juin, n. 418.

P. soongarica Bunge in Ledeb. Fl. alt., II, p. 244.

Tengi-Charam (Boukharie), alt. appr. 900 mètres; mai, n. 419.

P. sericea L. sp. 710.

Passe de Koui-Kabra (Kohistan), alt. appr. 3430 mètres; 6 juillet, n. 420.

P. flabellata Reg. et Schmalh Pl. Fedsch., fasc. II., p. 24, n. 61.

Passe de Mourra (Kohistan), alt. appr. 3000 mètres; 7 septembre, n. 421.

P. fragiformis Willd. Mag. d. ges. nat. Fr. Zu Berl., VII, p. 294, var. Y. *parviflora* Trautv., ex Reg. pl. Sewerz, 98.

Vallée du Jagnaous (Kohistan), alt. appr. 2700 mètres; 29 juin, n. 422.

P. reptans L. sp. 714; Bunge pl. Lehm., n. 458.
Intarr (Kohistan); 20 juin, n. 423.

P. supina L. sp. 711.
Kitab (Boukharie), alt. appr. 630 mètres; 8 mai, n. 424.
Djizak, alt. appr. 530 mètres; mai, n. 425.

ROSA.

R. lutea Mill. Dict. n. 11.
Varsaout; 25 juin, n. 426. Marguib; 25 juin, n. 427 (forma floribus plenis).

R. platyacantha Schrenk in Bull. Ac. Petr., X, 254.
Var. *kokanica* Regel Tent. ros. Monogr., p. 29; *R. Ecæ*, Aitch., the Kuram Vall., in Linn Soc. Journ., vol. XVIII, p. 55 et vol. XIX, p. 161, tab. 8.

Aculei recti, basi valde dilatati, compressi; foliola parvula, oblonga vel obovata (4-7 mill. longa), duplicato-dentata, subtus et margine glandulosa, cæterum glabra; pedunculi graciles, elongati (pollicares et ultra), leves; receptaculum globosum, glabrum; sepala lanceolata, acuta, vel apice sæpe incisa, basi spinulosa, cæterum extus glandulis conspersa, margine ciliolata, petalis breviora, nec refracta; flores parvi (diam. 20-25 mill.), in sicco lutescentes; styli basi longe lanuginosi; fructus parvi (pisi minoris crassitie), atro-fusci, sepalis haud coronata.

Gorge de Tchoukalik, en face d'Ourmitane, alt. appr. 2200 mètres; 16 juin, n. 428. Daschtikazé, 15 juin, n. 429.

Port du *R. xanthina* Lindl. Monograph. ros., p. 132; Franch. Pl. David. *Nouv. Arch. du mus.*, V, 2ᵉ sér., p. 266, tab. XV, fig. 2; il en diffère surtout par ses folioles doublement dentées, parsemées en dessous et sur les bords de grosses glandes brunes, stipitées et par ses pédoncules plus allongés. La plante des monts Alatau, publiée par Karelin et Kirilow

(nº 1460) sous le nom de *R. heteracantha*, et que M. Regel rapporte au *R. platyacantha* Schrk., n'est peut-être elle-même que le *R. xanthina*, auquel elle ressemble tout à fait ; mais je ne connais pas la couleur de ses fleurs.

Var. *carnea*.

Foliola late obovata, vel subrotunda, duplicato dentata, subtus glauca et glabra, margine tenuiter glandulosa; aculei lutescentes, graciles; petala pallide purpurea; receptaculum glandulosum; pedunculi breves, glabri; cætera ut in varietate præcedenti, a quâ differt foliolis subtus glabris, latioribus, brevitate pedunculorum, receptaculo glandulifero, petalis carneis.

Daschtikazé; 16 mai, n. 430.

Var. *maricandica*. *R. maricandica* Bunge Lehm., 287, n. 467.

Fruticulus humilis, cortice cinereo; aculei valde inæquales, aliis setiformibus, aliis minutissimis, aliis majoribus e basi parum dilatatâ rectis; foliola minima (vix 3 mill. longa), late obovata vel subrotunda, duplicato-dentata, subtus glandulifera; pedunculi glabri, brevissimi (4-5 mill. vix longi); receptaculum glabrum; sepala ovato-lanceolata, integra, petalis breviora; flores parvi (15-20 mill. vix diam.), lutescentes; fructus non vidi.

Passe d'Akrabat; 24 avril, n. 431.

Var. *variabilis* Regel Tent. Monogr. ros., p. 29.

Fruticulus vix ultra palmaris, subinermis; foliola subrotunda, duplicato-serrata, præsertim subtus dense adpresse sericea; sepala breviter appendiculata; flores in sicco carnei.

Tourpag Bell, vallée de l'Ona Oulgane, dans les monts Tchirtchik, alt. appr. 2300 mètres; 23 août, n. 432.

R. Fedtschenkoana Regel Tent. Monogr. ros., p. 30.

Gorge de Tchoukalik, en face d'Ourmitane, alt. appr. 2200 mètres; 16 juin, n. 433.

R. glutinosa Sibth. et Sm. Prodr. I, 348.

Gorge d'Outikasch, en face de Varsiminor, haute vallée du Zérafschane (Kohistan), alt. appr. 1300 mètres; 15 juin, n. 434. Gorge de Tchoukalik; juin, n. 435.

Port du *R. pimpinellifolia;* petit sous-arbrisseau à écorce d'un brun rougeâtre; folioles petites, ovales ou arrondies, parsemées de glandes sur les deux faces; pédoncules et réceptacle glanduleux. Plante exhalant l'odeur des espèces du groupe des *Rubiginosa.*

POTERIUM.

P. sanguisorba L. sp. 1411.

Djizak, alt. appr. 330 mètres; n. 436. Vorou (Kohistan); 11 juillet, n. 437.

SANGUISORBA.

S. alpina Bunge in Ledeb. Fl. alt., II, p. 142.

Kizil-Kouisch, vallée de l'Ona Oulgane, dans les monts Tchirtchik, alt. appr. 1800 mètres; 21 août, n. 438.

PIRUS.

P. tianschanica. *Sorbus tianschanica* Rupr. Sert. tiansch., p. 46.

Ablatoume, alt. 2300 mètres; 1er juillet, n. 439.

Je n'ai pas vu d'échantillon de la plante du *Sertum tianschanicum*, mais la description de Ruprecht convient bien aux spécimens d'Ablatoume; les bourgeons sont un peu laineux, et la plante est d'ailleurs très glabre; les fruits sont de la grosseur de ceux du *P. aucuparia* et présentent cinq loges, dont trois ou quatre stériles.

P. Aria. Ehrh. Beitr., IV, p. 20.

Var. *flabellifolia*. *Aria flabellifolia* Spach. — *Pirus intermedia* Reg. Pl. turk. exsicc. (non Ehrh.).

Karakyz; 21 août, n. 450. Sjemessan; 26 août, n. 451 (specimina sterilia).

Les spécimens de Sjemessan sont remarquables par leurs feuilles plus allongées et qui, par leur forme, rappellent beaucoup le *P. intermedia* Ehrh.

P. turkestanica sp. nov.

(*Aria*). Folia ovato-lanceolata, subtus tomentosa, supra glabra, profunde lobata, lobis lanceolatis, acutis, vel rarius obtusis, unilateraliter dentatis, dentibus appressis; rami inflorescentiæ et pedunculi ad maturitatem glaberrimi; fructus ovato-turbinati, apice truncati, lobis calicinis lanceolato-acutis longe persistentibus coronati; styli 2 (vel rarius 3), fere ad basin usque liberi.

Sorbo scandicæ Fries valde affinis; differt foliis magis profunde incisis, lobis lanceolatis, acutis, nec ovatis plus minus obtusis vel etiam rotundatis; inflorescentià glaberrimà, fructibus turbinatis.

Iskander-Koul; 6 juillet, n. 452. Voroukischl; 9 juillet, n. 453.

P. Malus L. sp. 686.

Var. *tomentosa* Koch Synops, 235.

Entre Ansab et Varsaout (vallée du Jagnaous); 25 juin, n. 454. Schirabad (Boukharie); 3 avril, n. 455. Ablatoume (Ferghanah); 3 septembre, n. 456.

CRATÆGUS.

Cr. pinnatifida Bunge Enum. pl. in chin., coll.; n. 157.

Tchotkal; 30 août, n. 457. Koragan; 6 juillet, n. 458. Vorou (Kohistan); 8 juillet, n. 459. Kandalasch; 30 août, n. 460. Ona Oulgane; 24 août, n. 461. Karschi; 1er mai, n. 462 (forma lobis foliorum incisis).

Cr. orientalis Pall. Ind. Taur. ex M. Bieb. Fl. Taur. Cauc., vol. I, p. 387.

Daschtikazé; juin, n. 463. Specimina sterilia.

CYDONIA.

C. vulgaris Pers. synops., II, 40.

Schirabad (Boukharie); 4 avril, n. 464. — Cultivé.

COTONEASTER.

C. nummularia Fisch. et Mey. Ind. II. Sem. hort. petrop., p. 34.
Djidjick, alt. 3100 mètres; 23 juin, n. 465.
Var. *ovalifolia* Boiss. Fl. Or., II, p. 667.
Outikasch; 17 juin, n. 466. Kizil Kouisch, vallée de l'Ona Oulgane; 21 août, n. 467. Gorge de Tchoukalik, en face d'Ourmitane, alt. appr. 2200 mètres; 16 juin, n. 468.

C. integerrima Medik. Geschicht. d. Bot. (1793), p. 84.
Ablatoume; 3 septembre, n. 469.

GRANATEÆ.

PUNICA.

P. Granatum L. sp. 676.
Jardins de Schirabad (Boukharie); 19 avril, n. 470.

SAXIFRAGEÆ.

PARNASSIA.

P. ovata Ledeb. in Mém. de l'Acad. de St.-Pétersb., V, p. 528.
Intarr (Kohistan); 20 juin, n. 471. Entre Sangi Maïlek et Novobot (Kohistan); 29 juin, n. 472. Ablatoume; 3 sept., n. 473. Vallée du Jagnaous; 1er juillet, n. 474.

P. palustris L. sp. 391.
Ona Oulgane; 22 août, n. 475.

SAXIFRAGA.

S. sibirica L. sp. 577.
Tourpag Bell; 23 août, n. 476.

RIBES.

R. nigrum L. sp. 291.
Tchotkall; 31 août, n. 477.

R. petræum Wulf. in Jacq. Miscell. II, p. 36.
Var. fructibus nigrescentibus.
Ferghanah; 2 septembre, n. 478.
Var. fructibus lutescentibus, racemis glabris.
Varsaout; 25 juin, n. 479. Marzitsch, vallée du Jagnaous, alt. 2300 mètres; 6 juillet, n. 480.
Var. fructibus lutescentibus, racemis puberulis.
Marzitsch, vallée du Jagnaous, alt. 2300 mètres; 6 juillet, n. 481.

CRASSULACEÆ.

SEDUM.

S. Rhodiola DC. Prodr. III, p. 401.
Entre Ansab et Tokfan, 3000 mètres; 6 juillet, n. 482.

S. Ewersii Ledeb. alt., II, p. 191.
Ferghanah, Ablatoume; 3 septembre, n. 483.

UMBILICUS.

Umb. Lievenii Ledeb. Fl. ross., II, p. 173.
Gorge de Tchoukalik en face d'Ourmitane, alt. appr. 2200 mètres; 16 juin, n. 484. Outikasch; 17 juin, n. 485. Tengi Charam, montagne de Baissoun (Boukharie); 23 avril, n. 486.

Umb. linearifolius sp. nov. tab. 15.
Perennis; glaberrimus; rhizoma incrassatum, breve; caulis erectus vel ascendens, usque subbipedalis; folia inferiora sub anthesi emarcida, caulina densa, angustissime linearia, polli-

caria et ultra, undique sparsa, densa, apice obtusa vel breviter acuta, intense viridia; inflorescentia dense et longiter cymoso-racemosa; flores (in sicco) albidi, breviter pedicellati; calix ad basin 5-partitus, sepalis lanceolatis petalorum dimidium æquantibus; petala lanceolata obtusula, ad basin fere usque libera; stamina 10, scilicet 5 ad quartam partem inferiorem petalorum adnata, 5 oppositisepala ad basin inserta; antheræ ovato-cordatæ; squamæ hypogynæ late quadratæ; 5 ovaria oblonga, longiter acuminata; capsulæ erectæ, rubescentes.

Prope *Umb. leucanthum* Ledeb., collocandus; facile differt staturâ elatiore, foliis longioribus et magis angustatis, lobis calicinis lanceolatis elongatis, nec deltoideis, petalorum vix quartam partem æquantibus, petalis ad basin usque liberis, nec ad tertiam partem coadunatis, staminum insertione.

Kizil Kouisch, vallée de l'Ona Oulgane, dans les monts Tchirtchik, alt. 1800 mètres; 22 août, n. 487. Vorou; 11 juillet, n. 488.

Umb. glaber Reg. et Winkler in Reg. pl. Turk., fasc. VII, p. 16.

Vallée de l'Iskander Darja; 6 juillet, n. 489.

Umb. turkestanicus Reg. et Winkler in Reg. pl. Turkest., fasc. VII, p. 15.

Passage de Kokson ; 26 août, n. 490.

Sur le sec les fleurs sont blanches avec la nervure des pétales brune; les étamines sont un peu plus courtes que les pétales, avec les anthères semi-orbiculaires et d'un violet foncé.

ONAGRARIÆ.

EPILOBIUM.

Ep. spicatum Lamk. Encycl. méth., II, 473.

Kizil Kouisch, vallée de l'Ona Oulgane, dans les monts Tchirtchik; 21 août, n. 491. Tourpag Bell; 23 août, n. 492. Voroukisch; 9 juillet, n. 493.

Ep. hirsutum L. sp. 494.

β. *tomentosum*. *Ep. tomentosum* Vent. hort. Cels., tab. 90. Bunge pl. Lehm., p. 289, n. 482.

Oustara sang; 21 août, n. 494.

γ. *attenuatum*. — Folia tenuiter canescentia, inferne longe attenuata, argute et subtiliter denticulata, apice obtusa, vel fere rotundata cum apiculo brevi.

Marghellane, bords des eaux; 11 septembre, n. 495.

Ep. Hornemanni Rchb. Icon. pl. rar., p. 63, tab. 180.

Var. *turkestanica*. — Rami et fructus pube canescenti tenuissimâ vestiti, nec ut in formâ typicâ glabrescentes; semina dense muriculata; stolones rosulati, foliis confertis.

Kizil Kouisch, vallée de l'Ona Oulgane, alt. appr. 1800 m.; 21 août, n. 496.

CUCURBITACEÆ.

CUCUMIS.

C. Melo L. sp. 1436.

Namangane, cultivé et subsp.

TAMARISCINEÆ.

TAMARIX.

T. Pallasii in DC. Prodr. III, 96. Var. *tigrensis* Bunge Tam., p. 52.

Iskander Koul; 6 juillet, n. 497.

Var. *macrostemon* Bunge Tam., p. 50.

Djizak; mai.

T. hispida Willd. Abh. Berl. Akad. 1812-13, p. 77.

Namangane; 10 septembre, n. 498.

T. tetragyna Ehrh. Linn. II, p. 257.

β. *Meyeri* Boiss. Fl. Or., I, 768. *T. Meyeri* Boiss. Diagn., Ser. I, X, p. 9.

Tschuska; 30 avril, n. 499.

? **T. laxa** Willd. Act. Acad. Berol. 1812, p. 82.

Entre Kudkuduk et Ispantuda (Boukharie), alt. appr., 330 mètres; 22 mars, n. 500.

La corolle est souvent à 4 lobes et les étamines presque toujours au nombre de 5.

MYRICARIA.

M. germanica Desv. Ann. des Sc. nat., IV, p. 349.

Tchotkal; 31 août, n. 501.

Var. *bracteata*. *M. bracteata* Royle.

Novobot, sur les bords du Jagnaous; juillet, n. 502.

UMBELLIFERÆ.

CARUM.

C. rectangulum Boiss. et Haussn., Fl. Or., II, n. 884.

Var. *diversifolia*. — Folia suprema in lobulos pro parte setaceos vel lineares secta; involucri phyllæ 2-9, setaceæ vel e basi ovatâ setaceo-filiformes.

Gorge de Tchoukalik, en face d'Ourmitane; juin, n. 503.

Diffère du type de la Perse australe, décrit dans le *Flora Orientalis*, par ses feuilles supérieures divisées en lobes qui sont en partie linéaires ou sétacés, en partie oblongs.

C. heterophyllum Reg. et Schm. Plant. Fedsch., fasc. III, n. 68, et Pl. Turkest., fasc. VI, p. 12.

Intarr (Kohistan); 20 juin, n. 504. Tokfan, dans les moissons; 22 juin, n. 505.

C. Capusi sp. nov.

Radix elongata tenuissima, in bulbum subrotundum desinens; planta glaberrima; caulis semi-vel pedalis, striatus, divaricato-ramosus; folia inferiora biternato-secta, caulina superiora simpliciter ternata vel trifida, lobis omnibus filiformi-linearibus, erectis; umbella longe pedunculata; involu-

crum monophyllum mox deciduum, phyllo anguste lanceolato, acuto, margine albo-membranaceo; umbellæ 5-7 radiatæ, radiis inæqualibus; involucellum 7-12-phyllum, phyllis lanceolatis, acuminatis, late albo- vel roseo-marginatis; umbellulæ radii 7-12, breves; flores albidi; fructus oblongo-lineares, jugis parum elevatis; valleculæ univittatæ, vittis latis; styli ad maturitatem erecti, dimidium fructûs æquantes, stylopodiis conicis triplo longiores.

C. Avromano primo aspectu persimile; folia ut in illo tenuiter secta; umbellæ simillimæ; styli in utrâque specie erecti, sed in plantâ persicâ valleculæ bivittatæ, in turkestanicâ inter juga vittæ solitariæ, latæ.

Djizak; mai, n. 506. Schariselbs, dans les moissons; 7 mai, n. 507.

C. allioides. — *Conopodium allioides* Regel et Schmalh. in Regel Pl. Turkest., fasc. VI, p. 14, n. 18.

Djizak; mai, n. 508.

PIMPINELLA.

P. capillifolia Regel Pl. Fedsch., III, p. 29, n. 71.

Djizak; mai, n. 509. Jang Kourgane, 1er juin, n. 510.

HELOSCIADIUM.

H. nodiflorum Koch Umb., p. 26.

Gorge de Tchoukalik; juin, n. 511. Djizak; mai, n. 512. Porte de Tamerlan; n. 513.

APIUM.

Ap. graveolens L. sp. 379.

Jang Kourgane; 1er juin, n. 514.

BUPLEURUM.

B. linearifolium DC. Prodr. IV, p. 132.

Iskander Darja; 6 juillet, n. 515.

SESELI.

S. macrophyllum Regel et Schmalh. in Regel Pl. Fedtsch., fasc. III, p. 31, n. 75.

Karakyz; 21 août, n. 516.

S. Fedtschenkoanum Reg. et Schm., Pl. Turk., p. 30, n. 73.

Rabat, vallée du Jagnaous (Kohistan), alt. appr. 1900 mètres; 6 juillet, n. 517.

PLEUROSPERMUM.

P. turkestanicum sp. nov.

(*Hymenolæna*): Radix crassa, fusiformis; planta glabra; caulis ramosus, gracilis; folia radicalia 3-6, petiolata, pinnata, 2-3-juga cum impari, foliolis cuneato-ovatis, incisis, impari trilobo; folia caulina subnulla, vel tripartita, segmentis incisis; umbellæ longiter pedunculatæ, 5-7-radiatæ, radiis inæqualibus; involucri phylli lanceolati, albo-marginati, umbellâ 3-plo longiores; umbellulæ 5-10-flori, involucelli phyllis obovatis, late albo-marginatis; calix nullus; petala alba, obcordata, cum apice obtuso inflexo; stylopodia lata, depressa, stylis divaricatis; fructus ovati a latere sensim compressi, commissurâ ovatâ, subconcavâ; mericarpia dorsoconvexa, jugis 5 in alas membranaceas, undulatas, inter se æquales expansis; vittæ tenues, 1 vel 2; semen ovatum ventre profunde sulcatum, a pericarpio facile solutum.

Herba pedalis vel sesquipedalis; foliola 10-12 mill. longa, umbellæ radii longiores 20-25 mill. longi, breviores 7-10 mill.

Tourpag Bell; 23 août, n. 518. Ona Oulgane; 22 octobre, n. 519.

Port du *Pl. apiolens* Clarke; les folioles sont en plus petit nombre dans l'espèce du Turkestan, les bractées involucrales moins développées, les ombellules formées de beaucoup moins de fleurs et les involucres bien

plus petits; le fruit de la plante de l'Inde est plus allongé et les ailes moins larges. Le *P. turkestanicum* est peut-être la plante insuffisamment décrite par Bunge Pl. Lehm., n. 541, sous le nom de *Hyalolæna jaxartica*.

PEUCEDANUM.

P. tenuisectum Reg. et Schm. in Reg. Pl. Fedtsch., fasc. III, p. 37, n. 86.

Djizak; mai, n. 520.

FERULA.

F. Jaeschkeana Vatke Append. sem. hort. berol. (1876), p. 2. *F. fœtidissima* Reg. et Schm. Gartenfl. (1878), p. 195-198, tab. 944, et Pl. Fedtsch., fasc. III, n. 35

Intarr (Kohistan); 20 mai, n. 522.

Une seule feuille; elle ressemble beaucoup à la figure donnée par M. Regel dans le *Gartenflora;* les dents marginales paraissent être plus fines dans la plante d'Intarr.

F. penninervis Reg. et Schmalh. Pl. Turkest., fasc. VI, p. 17, n. 21.

Outikasch, en face de Varsiminor (haute vallée du Zerafschane), alt. appr. 2480 mètres; 17 juin, n. 523.

Diffère du *F. oodopa* Boiss. et Buhse, des environs de Téhéran (échantillons de M. de Bunge), par la présence de nervures secondaires très écartées, qui paraissent sur les lobes après la dessiccation et font un peu saillie en dessous; les lobes sont larges de 2-4 mill., très superficiellement sinués sur les bords.

F. ceratophylla Reg. et Schm. Pl. Turkest., fasc. VI, p. 21, n. 23.

Tourpag Bell, vallée de l'Ona Oulgane, dans les monts Tchirtchik, alt. appr. 2300 mètres; 23 août, n. 525.

F. ovina Boiss. Fl. Or., II, p. 986.

Intarr (Kohistan); 20 mai, n. 526.

F. Lehmanni Boiss. Fl. Or., II, p. 992.

Outikasch, en face de Varsiminor (haute vallée de Zerafschane), alt. appr. 2480 mètres ; 4 juillet, n. 527.

HERACLEUM.

H. Olgæ Reg. et Schm. in Reg. Pl. Fedstch., fasc. III, p. 38, n. 88.

Intarr (Kohistan); 20 juin, n. 528.

H. Lehmannianum Bunge Pl. Lehm., p. 311, n. 554.

Intarr (Kohistan) ; 20 juin, n. 529.

H. brignoliæfolium sp. nov.

(*Euheracleum*). Bienne, ex toto brevissime pubescens; caulis gracilis, subtiliter sulcatus, parum ramosus, vix ultra bipedalis; folia radicalia et infima longe petiolata, pinnatisecta, pinnis 3-7, sessilibus, ovatis, subbifidis, vel subincisis, inæqualiter et argute dentatis, foliolo impari trilobo; folia superiora trilobata, petiolo haud inflato ; umbellæ pedunculatæ, 6-10 radiatæ, radiis inæqualibus, longioribus vix sesquipollicaribus; involucri phylli 5-8, lineari-subulati ; involucelli similes; petala albida, exterioribus subradiantibus; fructus (haud maturi) dense pubescentes, ovati; vittæ commissurales binæ, dorsales lineares, mericarpio fere æquilongæ.

Caulis pennæ anserinæ circiter crassitie; folia radicalia 20-30 cent. longa, segmentis vix ultra pollicaribus; flores radiantes vix 4 mill. ; fructus (haud perfecte maturi) 3-4 mill. longi.

Tourpag Bell, vallée de l'Ona Oulgane, dans les monts Tchirtchik, alt. 2300 mètres; 23 août, n. 530.

L'*H. brignoliæfolium* doit être placé dans le voisinage de l'*H. ligusticifolium* et de l'*H. apiifolium ;* il se distingue facilement de l'un et de l'autre par la forme de ses folioles; il rappelle assez bien par son port l'*H. hirsutum* Edgw., mais la pubescence de la plante de l'Himalaya est formée en partie de poils étalés, allongés; le fruit est rétréci à la base ; les folioles sont pétiolulées, les deux inférieures très longuement.

ANGELICA.

A. sylvestris L. sp. 361.

Tourpag Bell, vallée de l'Ona Oulgane, dans les monts Tchirtchik, alt. 2300 mètres; 23 août, n. 531.

La plante est en fleurs, ce qui rend la spécification douteuse; les pédicelles sont plus courts que dans les individus de provenance européenne.

EREMODAUCUS.

Er. Lehmanni Bunge Delect. hort. bot. Dorp. (1843), p. 6. *Albersia margaritifera* Reg. et Schmalh., Pl. Turkestanicæ, fasc. VI, p. 31, n. 37, cum icon. xylogr.

Djizak, dans les moissons; 7 mai, n. 532.

DAUCUS.

D. Carota L. sp. 348.

Djizak, dans les champs; 1er mai, n. 533. Yang Kourgane; 1er mai, n. 534.

TURGENIA.

T. latifolia Hoffm. Umb. 59.

β. *multiflora* Boiss. Fl. Or., II, p. 1087. *T. multiflora* DC. Prodr. IV, p. 218.

Djizak, dans les champs; 1er mai, n. 535. Ourmitane juin, n. 536.

SCANDIX.

S. pinnatifida Vent. hort. Cels., tab. 14.

Tengi-Charam (Boukharie); 23 avril, n. 537.

S. pecten-veneris L. sp. 368.

Ansab, vallée du Jagnaous; 4 juillet, n. 538. Ibrahimata, extrémité du Samarkand Taou; 14 mars, n. 539.

TORILIS.

T. nodosa Gaertn., tab. 20.
Schirabad (Boukharie); 7 avril, n. 540.

CONIUM.

C. maculatum L. sp. 349.
Kitaab, bords des chemins; 8 mai, n. 541.

HIPPOMARATHRUM.

H. sarawschanicum Reg. et Schmalh. in Reg. pl. Fedsch., fasc. III, p. 39, n. 90, et Pl. Turkest., p. 29, in notâ.
Ansab, vallée du Jagnaous; 4 juillet, n. 542. Djizak; mai, n. 543.

CAPRIFOLIACEÆ.

LONICERA.

L. turkestanica sp. nov.
(*Xylosteum*). Fruticulus humilis, intricato-ramosissimus; ramuli juniores tenuissime glanduloso-pubescentes; folia ovata vel oblongo-lanceolata, plus minus obtusa, vel rarius subacuta, breviter petiolata, utrinque sed præcipue subtus tenuissime puberula; pedunculi breves, vix 2-3 mill. longi; bracteæ lineari-subulatæ, albidæ, dense ciliatæ; bracteolæ haud coalitæ, membranaceæ, ovariis arcte adpressæ et illis duplo breviores, bilobæ; ovaria omnino discreta, lageniformia, apice glanduloso-puberula; calix albo-membranaceus, ciliatus post anthesin diutius persistens, lobis lanceolato-acutis, vel ovatis mox recurvis; corolla pallide purpurascens, extus pubescens, tubo basi æquali; filamenta staminum hispida; stylus adpresse puberulus; fructus.....
Frutex pedalis vel sesquipedalis; petiolus 4-6 mill. longus;

folia 15-20 mill.; laciniæ calicinæ fere 1 mill.; flores circiter 12 mill.

Gorge de Tchoukalik, en face d'Ourmitane, alt. appr. 2200 mètres; 16 juin, n. 544.

Voisin du *L. micrantha* Trautv., mais facilement distinct par ses pédoncules plus courts que le calice; port du *L. humilis* Kar. et Kir., dont la pubescence et les bractées sont différentes.

L. asperifolia Hook. et Thomps. in Journ Linn. soc. II, p. 166.

Passe de Mourra, alt. 3300 mètres; 7 juillet, n. 545.

Petit sous-arbrisseau de 10 à 20 centimètres; jeunes rameaux et feuilles couverts de glandes sessiles et de petites soies assez raides; les bractées largement ovales, presque orbiculaires, sont longuement ciliées et poilues sur les bords, connées seulement à la base; les lobes du calice sont lancéolés-deltoïdes, ciliés; tube de la corolle un peu gibbeux, celle-ci pubescente et parsemée à l'extérieur de glandes sessiles.

L. cærulea L. sp. 249.

Bords de l'Iskander Koul; 7 juillet, n. 546.

L. heterophylla Dcne in Jacqm. Voy. bot. 80, tab. 89.

Ablatoume; 1er sept., n. 547.

Les spécimens sont en fruits et ressemblent tout à fait à la plante de Jacquemont; l'absence de glandes à la face inférieure des feuilles permet de la distinguer assez facilement du *L. Karelini* Bunge.

RUBIACEÆ.

GALIUM.

G. boreale L. sp. 156. Bunge Rel. Lehm., p. 319, n. 583.

Deibalane; 1er juillet, n. 548. Marguib; 25 juin, n. 549.

G. verum L. sp. 155, forma *leiocarpa*.

Outikasch, haute vallée du Zerafschane, 17 juin, n. 550. Karakyz; 21 août, n. 551.

G. Decaisnei Boiss. Diagn., ser. I, 6, p. 69. Jori; 14 juin, n. 552.

G. spurium L. sp. 154.

β *Vaillantii* Gren. et Godr. Fl. Fr., II.

Tchoukalik; 16 juin, n. 553.

γ. *tenerum* Gren. et Godr. loc. cit.

Tengi-Charam (Boukharie), dans les champs; 23 avril, n. 554.

G. tricorne With. Brit., ed. 2, p. 153.

Schirabad (Boukharie); avril, n. 555.

ASPERULA.

Asp. oppositifolia Regel et Schmalh. Pl. Fedtsd., fasc. III, p. 42, n. 96.

Ansab, vallée du Jagnaous, alt. appr. 2215 mètres; 4 juillet, n. 556.

Asp. aparine M. Bieb. Taur. Cauc., I, 102.

Kizil Kouisch, vallée de l'Ona Oulgane, dans les monts Tchirtchik; alt. appr., 1800 mètres; 22 août, n. 557.

Asp. humifusa Bess. cat. hort. Cremen. a. 1811, suppl. III, p. 4.

Var. *turkestanica*. — Corolla albida, infundibuliformis; folia angustissime linearia, marginibus convolutis.

Djizak; mai, n. 558.

Feuilles étroitement linéaires, à bords enroulés; fleurs d'un blanc sale (après la dessiccation); corolle infundibuliforme, à lobes lancéolés, un peu aigus; constitue peut-être une espèce distincte intermédiaire entre la plante de Besser et l'*Asperula galioides*.

Asp. arvensis L. sp. 150.

Ourmitane; juin, n. 559.

CALLIPELTIS.

C. cucullaria DC. Prodr. IV, p. 613.
Djizak; mai, n. 560; Schirabad (Boukharie), 7 avril, n. 561. Tengi Charam (Boukharie); 23 avril, n. 562.

VALERIANEÆ.

VALERIANA.

V. longiflora Reg. et Schmalh. in Reg. Pl. Fedtsch., fasc. III, p. 43, n. 98.
Passe de Badraou; 6 juillet, n. 563.

VALERIANELLA.

V. Dufresnia Bunge in litt. ex Boiss. Fl. Or., III, 109.
Entre Kilif et Kara Kamar; 28 mars, n. 564.

V. Szovitsiana Fisch. et Mey. Ind. III. Petrop., p. 48.
Schirabad (Boukharie), dans les terrains pierreux, 7 avril, n. 565. Djizak; mai, n. 566.

Les fruits mûrs des échantillons de Schirabad sont ovales à la base comme dans la plante du nord de la Perse (Aucher, n. 4684); les spécimens de Djizak ont leurs fruits presque cylindriques semblables à ceux des échantillons de Griffith (Afghanistan, n. 3422).

DIPSACEÆ.

SCABIOSA.

Sc. Olivieri Coult. Dips., p. 36, tab. 2, fig. 10.
Djizak; mai, n. 567. Jori; 14 juin, n. 568.

Sc. caucasica M. B. Fl. Taur. Cauc., I, p. 98, forma *pubescens*.
Koorragan; 6 juillet, n. 569.

CEPHALARIA.

C. setosa Boiss. et Hohen. Diagn., ser. I, 2, p. 107.
Djizak; mai, n. 570. Jang Kourgane; 1er juin, n. 571.

DIPSACUS.

D. azureus Schrenk Enum., p. 53.
Vallée de l'Ona Oulgane; 22 août, n. 572.

D. laciniatus L. sp. 141.
Karakyz–Pskème; 24 août, n. 573.

MORINA.

M. Lehmanniana Bunge Rel. Lehm., p. 321, n. 594.
Vallée du Jagnaous entre Déibalane et Novobot, alt. appr. 2800 mètres, n. 574. Intarr; 20 juin, n. 575.

COMPOSITÆ.

ASTER.

Ast. altaicus Willd. Enum. berol., p. 881. *Calimeris altaica* Nees; Bunge Rel. Lehm., p. 325, n. 613.
Tokfan, vallée du Jagnaous (Kohistan), alt. appr. 1970 mètres; 4 juillet, n. 575. Ansab; 4 juillet, n. 576. Djizak; mai, n. 577. Kitaab; mai, n. 578. Utsch Tepe; 5 août, n. 589; Kizil Kouisch, 21 août, n. 580.

Ast. turkestanicus. — *Diplopappus turkestanicus* Reg. et Schmalh. Pl. Turk., fasc. VI, p. 41, n. 54.
Tourpag Bell, vallée de l'Ona Oulgane dans les monts Tchirtchik, alt. appr. 2300 mètres; 23 août, n. 581. Entre Novobot et Varsaout; 1er juillet, n. 582. Outikasch; 17 juin, n. 583.

Très variable; plante grisâtre ou presque verte; feuilles inférieures rétrécies en pétiole très allongé, à limbe oblong ou linéaire oblong; tiges

tantôt presque nues, tantôt présentant seulement quelques feuilles très diminuées, tantôt couvertes de feuilles lancéolées, assez grandes; ligules d'un jaune pâle ou vif, quelquefois assez courtes et peu apparentes.

Ast. Capusi sp. nov.

(*Diplopappus*). — Totus pube brevi crispulâ asperulus, pallide virens; e basi multicaulis, caulibus erectis, angulatis, sat dense foliatis; folia radicalia et infima in petiolum longum attenuata, limbo obovato-oblongo, obtuso, e medio argute et inæqualiter dentato; folia caulina media sessilia, basi latâ paulum amplectantia; inflorescentia corymbosa, pedunculo capitulis longiore; involucri phylla extus pilosa, lineari-acuminata, exterioribus dorso virescentibus, interioribus præsertim apice purpureis; flores radii fœminei ligulati, (in sicco) pallide purpurei phylla involucri parum superantes; flores disci lutei, tubulosi, graciles; achænium compressum hirsutum; pappus albidus, biserialis, serie externâ triplo breviore.

Planta pedalis vel paulo ultra; folia radicalia cum petiolo tripollicares; capitula 8 cent. diam.

Marzitsch, all. appr. 2800 mètres; 6 juillet, n. 597.

Port de l'*Erigeron ægyptiacus* Boiss. (*Conyza ægyptiaca* Auct.); les feuilles sont dentées et non lobées, la pubescence est plus courte et plus lâche, les capitules plus gros et plus longuement pédonculés; les caractères floraux sont tout à fait ceux des *Diplopappus*.

Ast. obovatus Mey. in Ledeb. Fl. alt., IV, p. 95. *Rhinactina limonifolia* Less.

Var. *subcrenatus*. — Folia radicalia pro parte apice obtuse crenata vel dentata, dentibus vel crenis 3-5; bracteæ involucrales abrupte obtusæ, nec sensim subacutæ; cætera ut in formâ typicâ altaicâ.

Ablatoume; 2 septembre, n. 584.

ERIGERON.

Er. amorphoglossus Boiss. Diagn., ser. I, 6, p. 80.

Gorge d'Outikasch, en face de Varsiminor, haute vallée du Zerafschane, alt. appr. 2480 mètres; 17 juin, n. 585.

Er. alpinus L. sp. 1211.

Passage de Kokson; n. 586. Tourpag Bell; 23 août, n. 587. Ona Oulgane; 22 août, n. 588.

Var *erigeroides*. — *Heterochæta erigeroides* DC.

Ablatoume (Ferghanah); 3 septembre, n. 589. Marguib, 3 juillet, n. 590.

La plante de Marguib est remarquable par la forme de ses feuilles inférieures obovales-spatulées, arrondies au sommet.

Er. pulchellus DC. Prodr. V, p. 287.

Gorge d'Outikasch, en face de Varsiminor, haute vallée du Zerafschane; 17 juin, n. 591.

Er. acris L. sp. 1211.

Djidjik; 22 juin, n. 592. Marguib; 3 juillet, n. 503. Ansab, vallée du Jagnaous; 4 juillet, n. 594.

Var. *confertus* Boiss. Fl. Or., III, 166.

Ourmitane, n. 595.

Er. canadensis L. sp. 1211.

Ourmitane; juin, n. 596.

BRACHYACTIS.

Br. umbrosa Benth. in Hook. Icon., tab. 1106 et Flor. of Brit. Ind., III, p. 253. *Coniza umbrosa* Kar. et Kir. in Ledeb. Fl. Ross., II, 498.

Intarr (Kohistan); 20 juin, n. 598. Karakyz; 21 août, n. 599.

SOLIDAGO.

S. Virga-aurea L. sp. 1235.

Kizil Kouisch; 21 août, n. 600.

KARELINIA.

K. caspia Less. in DC. Prodr. V, p. 375.

Entre Namangane et Andidjane (Ferghanah), alt. appr. 450 mètres; 10 septembre, n. 716.

LINOSIRIS.

L. Capusi sp. nov.

E basi fruticosâ ramosissima, ramis gracilibus, erectis, glabris, angulatis, fere ad medium usque subaphyllis, inferneque tantum gemmas bracteâ triangulari vel folio brevi fulcitas gerentibus; folia linearia, basi parum attenuata, impunctata, valide uninervata, cum nervulis 2 lateralibus vix conspicuis, unde folia quasi subtrinervia, glabra; inflorescentia corymbiformi-paniculata; capitula subquinqueflora, ad apicem ramulorum solitaria, ramulis parce bracteatis; involucrum elongato-conicum; phylla late ovata, breviter acuta, coriacea, pallide fulva, albo-marginata, marginibus tenuiter fimbriatis; receptaculum globosum, nudum; flosculi 4–6, lutescentes, omnes tubulosi; achænium oblongum, villosulum; pappi setæ sordidæ.

Karakoroum (vallée supérieure du Tchotkal) dans la steppe, alt. appr. 1900 mètres; 28 août, n. 717.

Espèce remarquable par son mode de végétation; la partie inférieure des rameaux paraît être enfouie dans le sable et ne porte que des bourgeons placés à l'aisselle d'une feuille peu développée ou réduite à une très courte bractée triangulaire; la portion supérieure des rameaux qui naissent très nombreux peu au-dessus de la base de la tige est seule émergée et porte de nombreux capitules solitaires au sommet de pédoncules assez allongés (2-3 cent.) qui forment par leur ensemble une large panicule corymbiforme. Les feuilles sont presque toutes obscurément trinervées, établissant ainsi la transition entre les espèces dont les 3 nervures sont presque également saillantes et celles dont les feuilles ne présentent qu'une seule nervure.

Le *L. Capusi* paraît se rapprocher du *L. Grimmii* Reg. et Schmalh, que je n'ai pas vu, par son inflorescence paniculée et la forme conique-oblongue de ses capitules; mais M. Regel attribue au *L. Grimmii* des feuilles pourvues en dessous de glandes sessiles, caractère qui ne peut convenir au *L. Capusi;* la forme des bractées involucrales paraît aussi être différente, d'après la description.

INULA.

In. rhizocephala Schrenck. Enum. I, p. 51.
Bords du Jagnaous, entre Sangi Mailek et Novobot; 29 mai, n. 601. Ourmitane; juin, n. 602.

In. flexuosa Boiss. et Haussn. Fl. Or., III, p. 200.
Jori; 14 juin, n. 603.

BIDENS.

B. tripartita L. sp. 1165.
Marghellane, bords des eaux; 11 septembre, n. 604.

ANTHEMIS.

Anth. arvensis L. sp. 1261.
Var. *longicuspis* (species distincta?). Involucri phylla (nis interiora) late lanceolata subacuta, apice anguste marginata, dorso parce lanuginosa; receptaculi paleæ e basi lanceolatâ longe cuspidatæ, cuspide rigido partem dilatatam subæquante, fructus haud maturi, unde species incerta.
Scharisebb, dans les moissons; 9 mai, n. 605.

MATRICARIA.

M. lamellata Bunge Pl. Lehm., p. 335.
Entre Kudkuduk et Ispantuda (Boukharie); 22 mars, n. 606. Schirabad (Boukharie), dans les rigoles humides au bord des chemins; 5 avril, n. 607.

M. disciformis DC. Prodr. VI, p. 51.
Outikasch; 17 juin, n. 624. Djizak; mai, n. 625.

PYRETHRUM.

P. umbelliferum Boiss. Fl. Or., III, p. 352. *Tanacetum umbelliferum* Boiss. Diagn., ser. II, 3, p. 30.

Tengi Charam (Boukharie); 24 mai, n. 608. Daschtikazé; 13 juin, n. 609.

P. transiliense Regel et Schmalh., Pl. Turkest., fasc. VI, p. 44, n. 57. *Richteria pyrethroides* Kar. et Kir.

α. *tomentosum* Reg. et Schm., loc. cit.

Tourpag Bell; 23 août, n. 610.

β. *subvillosum* Reg. et Schm., loc. cit.

Intarr; 20 juin, n. 611. Marguib; 8 juillet, n. 612.

γ. *glabrum*, tab. 17. — Planta ex toto glabra; cætera ut in var. α. *tomentosum*.

Tourpag Bell; 23 août, n. 613.

TANACETUM.

T. Capusi sp. nov., tab. 16.

Fruticulosum, multicaule, subvirescens; rami omnes floriferi, angulati, tenuissime pubescentes, foliati; folia parce lanuginosa, longe petiolata, ambitu late ovata, subtripinnata, obulis acutis; capitula breviter racemosa, subcorymbosa, pedunculis tomentellis, bracteâ trifidâ fulcitis, capitulum æquantia vel illo paulo longiora; capitulum ovatum, phyllis involucri lanceolatis, margine lato, fusco, membranaceo cinctis, exterioribus subacutis, interioribus apice rotundatis, plus minus laceris; flores omnes tubulosi, homogami; achænia glabra, apice truncata, omnino calva.

Planta circiter semipedalis; folia inferiora (cum petiolo subpollicari) bipollicaria, fere 25 mill. lata; capitula diam. 6-7 mill.

Tourpag Bell, vallée de l'Ona Oulgane, dans les monts Tchirtchik, alt. 2300 mètres; 23 août, n. 631.

Très voisin du *Tanacetum tibeticum* Hook et Thomp., il parait différent par ses tiges moins grêles, ses capitules d'un tiers plus gros, ses bractées involucrales plus étroites, lancéolées et non largement ovales, enfin par son indument qui n'est pas soyeux comme dans la plante de l'Himalaya.

ACHILLÆA.

Ach. Santolina L. sp. 1264.
Schirabad (Boukharie); 5 avril, n. 614; Djizak, mai, n. 615.

Ach. trichophylla Schrenk. Enum. pl. nov., I, p. 48.
Ourmitane, gorge de Tchoukalik; 16 juin, n. 626. Daschtikazé, 13 juin, n. 617.

Ach. millefolium L. sp. 1267.
Karakyz, 21 août, n. 618. Kizil Kouisch; 21 août, n. 619.
Forma *floribus purpureis*.
Ansab, vallée du Jagnaous; 4 juillet, n. 620.

Ach. filipendulina Lamk. Encycl. méth., I, 27.
Karakyz, 21 août, n. 621.

Ach. micrantha M. Bieb. Fl. Taur. Cauc., II, p. 336.
Djizak; mai, n. 622. Ourmitane; 15 juin, n. 623.

HELICHRYSUM.

H. plicatum DC. Prodr. VI, p. 183.
Karakoroum; 28 août, n. 626.

FILAGO.

F. arvensis L. sp. 1312.
Djizak; mai, n. 627.

GNAPHALIUM.

Gn. supinum L. Syst. III, 224.
Passage du Kokson; 26 août, n. 628.

MICROPUS.

M. longifolius Boiss. et Reut. Fl. Or., III, 242.
Schirabad (Boukharie); 7 avril, n. 629.

M. bombycinus Lag. Gen. et Sp., p. 32.
Djizak ; mai, n. 630.

LEONTOPODIUM.

L. sibiricum Cass. in Dict. sc. nat., XXV, p. 475.
Vorou (Kohistan), sur les rochers secs; 8 juillet, n. 632.

ANAPHALIS.

An. leptophylla DC. Prodr. VI, 273.
Karakyz; 21 août, n. 623.
Forme à capitules disposés en corymbe serré.

An. racemifera sp. nov.
Multicaulis, albo-lanuginosus; caules graciles erecti, tantum e medio ramulosi et floriferi; folia mollia uninervia, brevissime mucronulata, inferiora et media obscure decurrentia, superiora sessilia; capitula dimorpha, alia fæminea, parva, ad apicem ramulorum ad medium caulis ortorum 3-5 congesta, alia majora, hermaphrodita cum flosculis paucis exterioribus neutris, caulem terminantia, corymboso-congesta; involucri phylla lanceolata, chartacea, in capitulis lateralibus roseo-tincta, subacuta, subpatenti-recurva, in capitulis terminalibus magis obtusa, apice erosula, albida ; flores hermaphroditi elongato-tubulosi; fructus tenuissime lepidoti.
Caules usque bipedales, folia pollicaria et ultra, basi vix 3 mill. lata vel angustiora; capitula lateralia basi 3 mill. lata, terminalia fere 4-6 mill.
Karakyz; 21 août, n. 634.

Espèce bien caractérisée par son inflorescence disposée en une sorte de longue grappe dans la moitié supérieure de la tige; elle ressemble d'ailleurs beaucoup à l'*An. leptophylla*.

ARTEMISIA.

Art. Dracunculus L. sp. 1189.
Tchotkal; 31 août, n. 635.

Art. desertorum Spreng. Syst. III, 490.

Var. *macrocephala*. — Folia linearia, integra, vel nonnulla apice tripartita; capitula quam in typo fere triplo majora.

Koragarr; 6 juillet, n. 636.

Port de la plante himalayenne désignée par Besser sous le nom d'*Art. Jacquemontiana* et qui n'est que la forme à feuilles linéaires et entières de l'*Art. desertorum;* les capitules de la plante du Turkestan sont au moins deux fois plus gros.

Art. turkestanica. — *Crossostephium turkestanicum* Reg. et Schmalh., Pl. Fedtsch., fasc. III, p. 44, n. 103.

Ansab, vallée du Jagnaous; 4 juillet, n. 637.

Art. vulgaris L. sp. 1188.

Vorou (Kohistan); 9 juillet, n. 638. Karakyz, montagnes de Tchirchik, alt. appr. 1350 mètres; 21 juillet, n. 639.

C'est la forme la plus vulgaire dans l'Europe occidentale; les capitules sont très laineux extérieurement; les feuilles blanches tomenteuses en dessous, d'un vert sombre en dessus, profondément pinnatifides, à lobes larges.

Art. sieversiana Willd. Sp., pl. III, p. 1845.

Ansab (Kohistan); 4 juillet, n. 640. Tokfan, vallée du Jagnaous; 22 juin, n. 641.

SENECIO.

S. coronopifolius Desf. Atl. II, p. 273.

Vorou (Kohistan); 7 juillet, n. 643. Rabat, vallée du Jagnaous (Kohistan); 23 juin, n. 644. Daschtikazé, haute vallée du Zerafschane (Kohistan); 13 juin, n. 645.

S. doriæformis DC. Prodr. VI, p. 352.

Var. *thyrsoidea*. — Pedunculi et rami florigeri elongati, erecti, paniculato-contracti, quasi thyrsum efformantes; folia intense viridia, crassiuscula, subintegerrima, oblongo-lanceolata, obtusa; cætera ut in varietate β *megalophron* Boiss. Fl. Or., III, 407.

Tourpag Bell, vallée de l'Ona Oulgane; 23 août, n. 646.

S. Olgæ Reg. et Schmalh. in Fedtsch. Reise in Turkest., III, p. 45, n. 106.

Outikasch, en face de Varsiminor, haute vallée du Zérafschane, alt. appr. 2480 mètres; 17 juin, n. 647. Intarr (Kohistan); 20 juin, n. 648.

S. akrabatensis sp. nov.

Radix crassa, in fibras validas soluta; caulis gracilis, simplex, præsertim inferne breviter lanuginosus; folia membranacea, glaucescentia, utrinque pube brevissimâ, crustaceâ, vestita, inferiora longe petiolata, petiolo limbum superante, anguste alato; limbus ovato-deltoideus, basi truncatus vel subcordatus, in petiolum alà brevi cuneatâ decurrens, marginibus profunde et inæqualiter lobato-dentatus, vel etiam basi lobulo uno alterove auctus, lobulis vel segmentis inferioribus obtusis, dentibus superioribus acutis; folia media basi dilatatâ amplexicaulia, limbo cuneato-ovato, acute dentato; folia suprema valde diminuta, anguste lanceolato-acuminata; inflorescentia pauciflora, corymbosa, pedunculis capitulum 1-3-plo longioribus; capitula magna, basi rotundata, caliculata, caliculi bracteis 2-4 lineari setaceis; involucri phylla 16-18, extus puberula, late lanceolata subacuta, marginata; ligulæ 7-9 femineæ elongatæ, apice 2-3-dentatæ, pallide luteæ flosculi disci breviter 5-dentati; stylus glaber; stigmata apice sensim dilatata, truncata; receptaculum glabrum; pappus albus, fructum glabrum æquans.

Planta sesquipedalis; caulis pennæ corvinæ vix crassitie; foliorum inferiorum petiolus 3-5 pollicaris, limbus vix ultra tripollicaris; capituli 12-14 mill. basi lati; ligulæ pollicares.

Passe d'Akrabat; 24 avril, n. 649.

Port d'un *Senecio* de la section *Ligularia*, à cause de ses gros capitules, mais le style est glabre et les branches stigmatifères sont nettement tronquées au sommet; les capitules sont presque de la grandeur de ceux de *Ligularia Kæmpferi*. Les feuilles sont très minces, d'un vert sombre après la dessiccation; la forme et le mode de découpure des inférieures rappellent assez celles du *Senecio pratensis* ou *aquaticus*, tandis que les

caulinaires moyennes sont semblables à celles du *Ligularia thyroideæ;* ce dernier d'ailleurs a les stigmates arrondis et poilus des *Ligularia.*

S. Bungei. *Ligularia thyrsoidea,* var. *alpina* Bunge. Rel. Lehm., p. 347, n. 692.

Inflorescentia corymbosa, vel thyrsoideo-corymbosa; capitula fere cylindrica; involucrum 6-7-phyllum; stylus glaber; rami stigmatosi tenuissime pubigeri, apice rotundati, pilosuli.

Gorge de Tchoukalik en face d'Ourmitane, alt. appr. 2200 mètres; 16 juin. n. 650. Daschtikazé, haute vallée du Zérafschane (Kohistan); 13 juin, n. 652. Gorge d'Outikasch; 17 juin, n. 651.

La forme des feuilles est très variable; les inférieures sont tantôt régulièrement cordiformes, à lobes inférieurs arrondis, tantôt hastées avec les lobes inférieurs très étalés et très aigus; le tomentum fait quelquefois presque complètement défaut, mais la consistance des feuilles est toujours coriace. Les nombreux exemplaires de cette plante, rapportés par M. Capus, permettent, je crois, de distinguer spécifiquement la var. *alpina* du *Lig. thyrsoidea.*

S. Thompsoni Clarke. Comp. Ind., n. 205.

Ansab, vallée du Jagnaous, alt. app. 2215 mètres; 4 juillet, n. 653. Outikasch, haute vallée du Zérafschane; 17 juin, n. 654.

S. Ledebourii. *Ligularia macrophylla.* Decand. Prodr. VI, p. 316.

Gorge de Tchoukalik en face d'Ourmitane, alt. appr. 2200 mètres; 16 juin, n. 655. Ona Oulgane, 22 août, n. 656. Kizil Kouisch, vallée de l'Ona Oulgane; 21 août, n. 657.

ECHINOPS.

Ech. maracandicus Bunge Rel. Lehm., p. 351, n. 710.

Sjémessan (monts Tchirtchik), alt. appr. 1650 mètres; 26 août, n. 658. Karakoroum, vallée supérieure du Tchotkal, alt. appr. 1900 mètres; 28 août, n. 659.

LAPPA.

L. major Gaertn. Fruct., II, p. 379. Bunge Rel. Lehm., p. 366, n. 758.

Sjémessan, dans les monts Tchirtchik, alt. app. 1650 mètres; 26 août, n. 715.

COUSINIA.

C. uncinata Reg. Pl. Semen, p. 43, n. 563.

Vorou (Kohistan); 9 juillet, n. 660.

Les feuilles manquent dans les spécimens rapportés par M. Capus; mais l'identité de la plante ne paraît du reste pas douteuse; les capitules sessiles sont agglomérés non seulement au sommet des rameaux, mais sur toute leur longueur, et forment une longue grappe interrompue; les bractées de l'involucre sont bordées d'une membrane pâle, brièvement ciliolée et se terminent brusquement en une longue pointe crochue accompagnée à sa base, de chaque côté, d'une grosse glande brune qui manque quelquefois; les fleurs sont purpurines, parsemées extérieurement de fines glandes jaunâtres. Le *C. uncinata* est à peine distinct du *C. umbrosa* Bunge, dont les bractées involucrales présentent au sommet, de chaque côté, 2 à 4 glandes très fines.

C. amplissima Boiss. Fl. Or., III, p. 462.

Novobot, haute vallée du Jagnaous (Kohistan); 1er juillet, n. 661.

C. submutica sp. nov.

(*Serratuloideæ.*) Annua vel biennis; radix crassa, fusiformis; caulis bipedalis et ultra, basi pennæ anserinæ vix crassitie, erectus, rigidus, lutescens, levissimus, e medio ramosus, ramis gracilibus, erectis, elongatis, subnudis, monocephalis; folia radicalia sub anthesi nulla, caulina inferiora et media chartacea, demum glabra, lanceolata, basi longe in petiolum alatum interrupte lobulatum attenuata; folia superiora et ramealia sessilia, valde diminuta, pauca, anguste lanceolata, integra, subtus albo-lanata, supra intense viridia glabres-

centia; capitula 40-60-flora, ovata, basi rotundata, parce lanuginosa; involucri phylla herbacea, olivaceo-viridia, multiseriata, omnia adpressa; exteriora et media lanceolata, margine tenuissime scaberula, apice brevissime mucronulata, mucrone subpatente; phylla interiora spatulata, apice dilatato late scariosa; flosculi purpurascentes, phylla superantes; paleæ receptaculi leves, nisi ad apicem parum dilatatam et ubi scabriusculæ evadunt; semina obovata, compressa, levia, grisea, fusco-maculata, apice rotundata; pappi setæ inequales, scabridæ, ovario 2-3-plo longiores.

Species sui juris, gracilitate et longitudine ramorum, foliis raris, phyllorum involucri fere muticorum indole, facile distincta; folia inferiora (incluso petiolo alato) 2-3 pollicaria, superiora vix pollicaria, suprema minuta; capitula basi 8-10 mill. lata, 18-20 mill. longa.

Vorou (Kohistan); 11 juillet, n. 662.

Le port de la plante est tout à fait celui d'un *Microlonchus;* mais l'aréole du fruit est basilaire et non pas latérale comme dans les espèces de ce genre.

C. flavispina sp. nov.

(*Congestæ.*) Annua vel biennis; radix fusiformis; caulis pedalis et ultra, pennæ anserinæ vix crassitie, albida, subtiliter striata (saltem sub anthesi), glaberrima; folia (radicalia desunt) caulina coriacea, lucida, reticulato nervosa, utrinque parce lanuginosa, semiamplexicaulia, ovato-lanceolata vel ovata, media sinuata, superiora integra marginibus et apice spinulis gracilibus patentibus flavescentibus armata; rami floriferi laxe araneosi; capitula e basi rotundatâ ovata, 20-35-flora, in ramulis sæpius geminata, altero longius pedunculato, altero subsessili; involucri phylla exteriora foliis supremis subsimilia, glandulis tenuibus sat dense conspersa, parce lanuginosa, lanceolata, apice et marginibus utrinsecus 3-4 spinosa, flosculos subæquantia; phylla interiora exterioribus paulo breviora, submembranacea 5-7, nervia, lanceolata in spinulam flavidam desinentia; flosculi glabri, intense lutei,

lobis eleganter lineâ fuscâ marginatis; receptaculi paleæ leves; ovarium obovatum, parvum, 5-angulatum, apice truncatum; fructus maturos non vidi.

Folia caulina media subbipollicaria, superiora vix pollicaria; spinæ marginales et terminales 6-7 mill. longæ; capitula basi circiter 6 mill. lata, 12-14 mill. longa.

Tachkent, dans la steppe, alt. appr. 500 mètres; juillet, n. 663.

Voisin du *C. triflora* et du *C. Alberti* Reg. et Schmalh., mais bien différent de l'un et de l'autre; il se distingue du premier par ses capitules formés de fleurs nombreuses, par les longues spinules jaunes qui bordent et terminent les feuilles et les bractées externes; dans le *C. Alberti*, que je ne connais que par la description de M. Regel, la tige est robuste, lanugineuse, les bractées involucrales sont glabres, les capitules agglomérés comme ceux du *C. triflora*, et formés seulement de 12-15 fleurs.

C. anomala sp. nov.

(*Congestæ?*) Cæspes lignosus, ad collum anni præteriti vestigiis persistentibus auctus; caules graciles, angulati, arachnoideo-lanuginosi; folia membranacea, inferiora longiter petiolata, anguste lanceolata, acuta, parce et subtiliter denticulata, supra parce, subtus albo-lanuginosa; folia caulina media et superiora inferioribus latiora, breviter petiolata et subsessilia, inferne dentata vel etiam sublyrata, lobulis parvis spinuloso-mucronatis, lobo terminali integro, multo majore; folia suprema in vicinitate capitulorum valde diminuta marginibus spinuloso-dentata; capitula ovata, basi rotundata, parva, breviter pedunculata, 3-4 congesta ad apicem ramorum paniculam corymbiformem efformantium; involucrum parce lanato-arachnoideum; phylla arcte appressa, coriacea, late ovata, 5-nervia, pallide virentia, marginata, in appendicem triangularem, subpatentem desinentia; appendix carinata, 1-3 ciliis utrinsecus pectinata, spinulâ rigidâ, brevi, uncinatâ armata; phylla interiora, scariosa, elongata, apice rotundato-erosa, flosculis multo breviora; flosculi in utroque capitulo tantum 4-5, luteæ; receptaculi paleæ leves; achænia majuscula, obovata, levia, setis scabris serius deciduis coronata.

Caulis pedalis et sesquipedalis; folia inferiora 6 poll. circiter longa (incluso petiolo); capitula 10 mill. longa, bractearum spinula uncinata vix ultra 1 mill.; achænium fere 4 mill. long., setis pappi paulo brevioribus.

Environ de Vorou (Kohistan); 11 juillet, n. 664.

Espèce remarquable par ses bractées involucrales qui sont pectinées et terminées par un robuste mucron courbé en hameçon au sommet, comme dans les *Lappaceæ*. Tous ses autres caractères la rapprochent du reste du groupe des *Squarrosæ* et plus particulièrement du *C. candolleana*.

La forme de ses feuilles, qui sont exactement lancéolées, presque entières, ou les moyennes pourvues à la base du limbe de quelques petits lobules, est également assez anormale dans le genre; les capitules sont très caducs; elle diffère des espèces du groupe des *Hamatæ* par les paillettes du réceptacle qui sont tout à fait lisses.

C. decurrens Regel. Pl. Semenow., p. 53, n. 600; var. *congesta*.

Tchoukalik; juin, n. 665.

C. Capusi sp. nov.

(*Squarrosæ.*) Biennis, subpedalis usque bipedalis; caulis erectus, e basi ramosus, arachnoideo-lanatus, demum subnudus, pennæ anserinæ in parte inferiore circiter crassitie; folia supra laxe, subtus dense albo-lanuginosa, radicalia ambitu anguste lanceolata, longe petiolata, pinnatifida, lobis remotis, subintegris, apice tenuiter spinulosis; rachis alata, alâ integra; folia caulina media sinuato-lobata, marginibus tenuiter spinulosa, auriculis brevibus, liberis, caulem amplectentia; capitula globosa, multiflora (flosculis 50-70) ad apicem ramorum paniculam efformantium solitaria, sat dense arachnoidea; involucri phylla numerosa, exteriora, glandulis albidis tenuibus conspersa, e basi ovata, in appendicem linearem, incurvam, spinosam desinentia; phylla interiora lineari-lanceolata, flavida, scariosa, acutissima, flosculis breviora; flosculi lutei extus glandulis conspersi; receptaculi paleæ leves; achænia obovata, fusco variegata, angulata, apice truncata, setis paucis fere plumosis coronata.

Folia radicalia cum petiolo semipedalia et ultra, 1 1/2 — 2 poll. lata; capitula (adjectis squamis recurvis) 15-18 mill. vix lata.

Tchoukalik, en face d'Ourmitane, alt. app. 2200 mètres; 16 juin, n. 666.

Les capitules sont semblables à ceux du *C. cataonica* Boiss. et Hausskn., dont le *C. Capusi* diffère par ses bractées involucrales plus nombreuses, les paillettes du réceptacle molles et blanches et non pas rigides et jaunâtres, par l'absence complète de décurrence chez les feuilles, par ses tiges plus robustes. La plante du Turkestan ne paraît pas différer de celle que Griffith a publiée de l'Afghanistan (n° 3268, in *Herb. mus., Paris*). Dans les échantillons que j'ai sous les yeux, et dont le port rappelle absolument le *C. Capusi*, les feuilles ne présentent également aucune décurrence, les bractées involucrales sont seulement un peu plus robustes, moins nombreuses et moins régulièrement arquées. Il est probable que sous le n° 3268 le musée de Kew a distribué des plantes différentes, car le *C. aptera* Aitchison, *the Kuram Valley*, n° 971, auquel son auteur attribue des capitules presque sessiles, porte ce numéro dans la publication citée; dans l'herbier du Muséum, le spécimen envoyé sous le n° 3268 a ses capitules portés par des rameaux assez allongés, comme ceux de la plante du Turkestan.

C. tenella Fisch. et Mey. Ind. I. Sem. hort. Petrop. 1834, p. 25.

Tengi Charam (Boukharie), alt. app. 900 mètres; 23 avril, n. 667.

C. Sewerzovi Regel. Pl. Semenow., p. 49, n. 598; et Pl. Turkest., fasc. VII, p. 28, n. 24.

Sjémessan, dans les monts Tchirtchik, alt. appr. 1650 mètres; 26 août, n. 668.

La description donnée par M. Regel du *C. Sewerzowi* s'applique très bien à la plante de Sjémessan qui a tout à fait le port du *C. pulchella* et n'en diffère guère que par la forme des bractées involucrales internes oblongues lancéolées acuminées et non pas dilatées au sommet en appendice presque orbiculaire; le diamètre des capitules n'est que 2 cent.; ceux de la plante décrite par Regel sont un peu plus gros.

? **C. radians** Bunge Rel. Lehm., p. 355, n. 719. Djizak; mai, n. 669.

Le spécimen unique ressemble tout à fait au type de Bunge que j'ai vu dans l'herbier de M. Cosson; néanmoins l'incomplet développement des capitules ne permet pas une détermination certaine; les feuilles radicales de la plante de Djizak sont pinnatifides, à lobes ovales-lancéolés, spinuleux sur les bords, le terminal plus grand, cordiforme; les feuilles caulinaires, absolument semblables à celles de la plante type, sont ovales, un peu sinuées à la base et embrassent la tige par deux oreillettes assez larges; toutes les feuilles sont d'une consistance assez ferme, glabres ou glabrescentes en dessus, blanches lanugineuses en dessous; les capitules (très jeunes) sont un peu aranéeux et ne dépassent guère en diamètre 15 à 18 mill., en y comprenant leurs bractées involucrales, qui se terminent par un appendice linéaire, rigide, vulnérant, recourbé dans les bractées les plus externes, étalé dans les moyennes, dressé dans les supérieures; les bractées internes, scarieuses et très coriaces, sont oblongues-acuminées, un peu vulnérantes et légèrement teintées de violet au sommet; les soies du réceptacle, encore peu développées, sont scabres.

C. acicularis sp. nov.

(*Psilacanthæ.*) Annua vel biennis; radix gracilis, fusiformis; caulis e basi ramosus vel subsimplex, tenuis semi-vel vix pedalis, subglaber, pennæ columbinæ vix crassitie; folia supra arachnoidea, subtus cano-lanuginosa, inferiora pinnatifida, lobis triangulari-lanceolatis, basi incisis, in spinam tenuem pallidam desinentibus; rachis alata, lobulata, lobulis spinulosis; folia caulina in alam cuneatam, sinuato-spinosam, semidecurrentia; folia suprema valde diminuta, fere ad spinam reducta; capitula arachnoidea, ovato-globosa, haud magna, multiflora; involucri phylla e basi late ovata in appendicem triquetro-linearem rigide spinosam desinentia, exteriora reflexa, intermedia patentia, interiora erecta, intima anguste lanceolata, apice scarioso dilatata, acuminata, subpungentia, floribus paulo breviora; flosculi purpurascentes (?); involucri paleæ scabræ; achænia levia, obovata, apice rotundata; pappum non inveni.

Folia radicalia subtripollicaria, ambitu lanceolata, segmentis semipollicaribus basi 3-4 mill. latis, valde acerosis; capitula (neglectis phyllis patentibus) 12-15 mill. basi lata; phyllorum (e medio capituli) appendix spinosa, 12-15 mill. fere longa.

Artchamaïdane (Kohistan), alt. appr. 2700 mètres; 8 juillet, n. 670.

Les achaines lisses et arrondis au sommet du *C. acicularis* lui assignent une place à côté du *C. alpina*, dont il ne diffère que par ses proportions un peu plus grandes et par le mode de décurrence de ses feuilles; le *C. alpina* n'est connu que par un seul individu, que j'ai pu voir dans l'herbier de M. Cosson; il est possible que l'espèce proposée ici n'en soit qu'une forme.

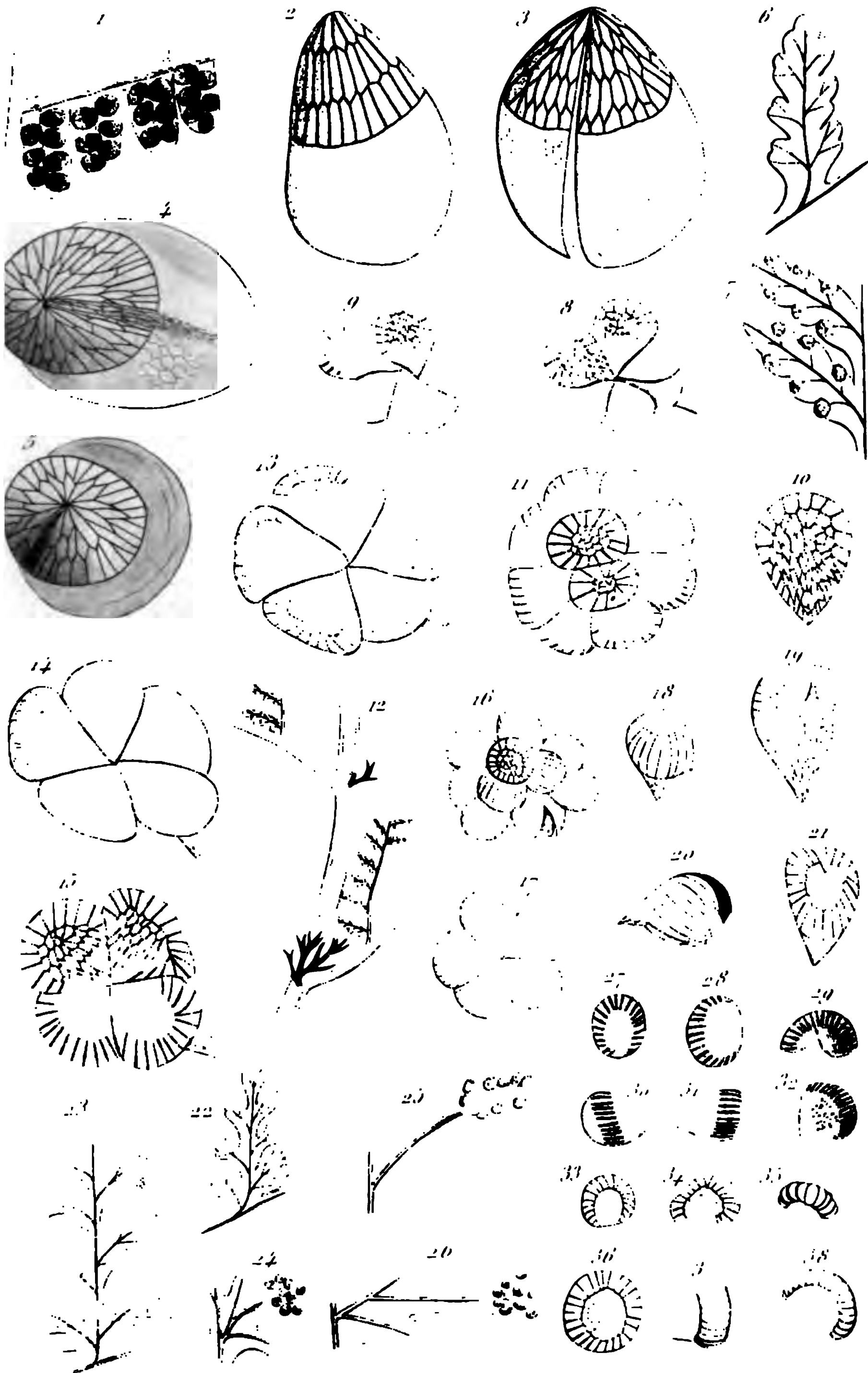
C. Bonvaleti sp. nov.

(*Psilacanthæ*) — Cæspes lignosus, multicaulis; caules graciles, pennæ corvinæ vix crassitie, simplices, arachnoidei; folia præsertim subtus albo-lanuginosa, pinnatifida, rachide angustâ, integrâ, segmentis lanceolato-linearibus, apice spinosis, oppositis, vel quasi verticillatis; folia caulina amplexicaulia, auriculis spinosis; capitula multiflora, globosa, ad apicem caulis solitaria, arachnoidea; involucri phylla appendiculâ lanceolatâ rigidule spinosâ aucta, exteriora et intermedia patentia, interiora erecta, intima scariosa, lanceolato-linearia, acerosa, apice purpurea; flosculi (in sicco) pallide rubescentes; receptaculi setæ apice paulum incrassato-scabridæ; achænia levia apice rotundata, pappo fragillimo, cito deciduo.

Caules 6-8 pollicares; folia radicalia et inferiora 2-3 poll.; segmentis utrinque paulo ultra semipollicaribus; capitulum (absque phyllis patentibus) 12-15 mill. circiter diam.; phyllorum appendix cum spinulâ 5-7 mill. long.; achænium fere 5 mill.

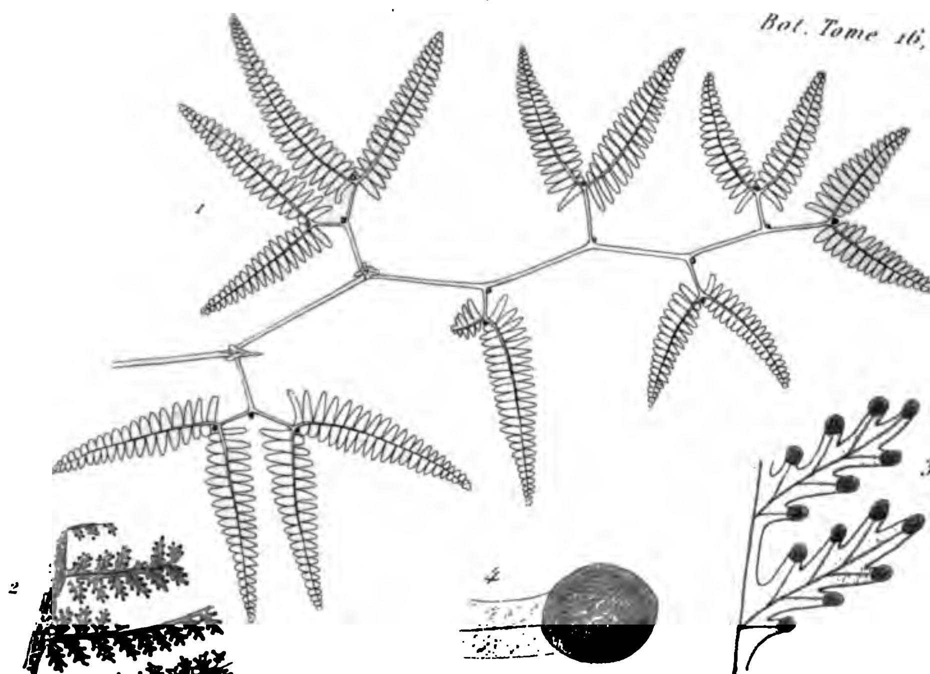
Ona Oulgane, dans les monts Tchirtchik, alt. appr. 2300 mètres; 22 juillet, n. 673.

Les feuilles ressemblent beaucoup à celles du *C. multiloba* et sont divisées de la même façon, mais la plante est beaucoup moins robuste et les fruits, anguleux au sommet dans le *C. multiloba*, sont très différents dans les deux espèces. Les paillettes du réceptacle sont un peu épaissies et scabres vers le tiers supérieur dans le *C. Bonvaloti* comme dans le *C. multiloba*, et lisses au-dessous.



Senftenbergia. Oligocarpia. Hymenophyllites.

Imp. Lemercier et Cie Paris



Diplotmema.

Pierre sc.

Imp. Lemercier et Cie Paris



Lith. M Salb, Cracovie

Lippert sc.

Cutleria adspersa.



Janczewski del. Lith. M. Salb. Cracovie. Lippert sc.

Cutleria (1-3) Godlewskia (4-7.)



d'Apreval del. et lith

Imp. Becquet fr. Paris.

Umbilicus linearifolius, Franch.



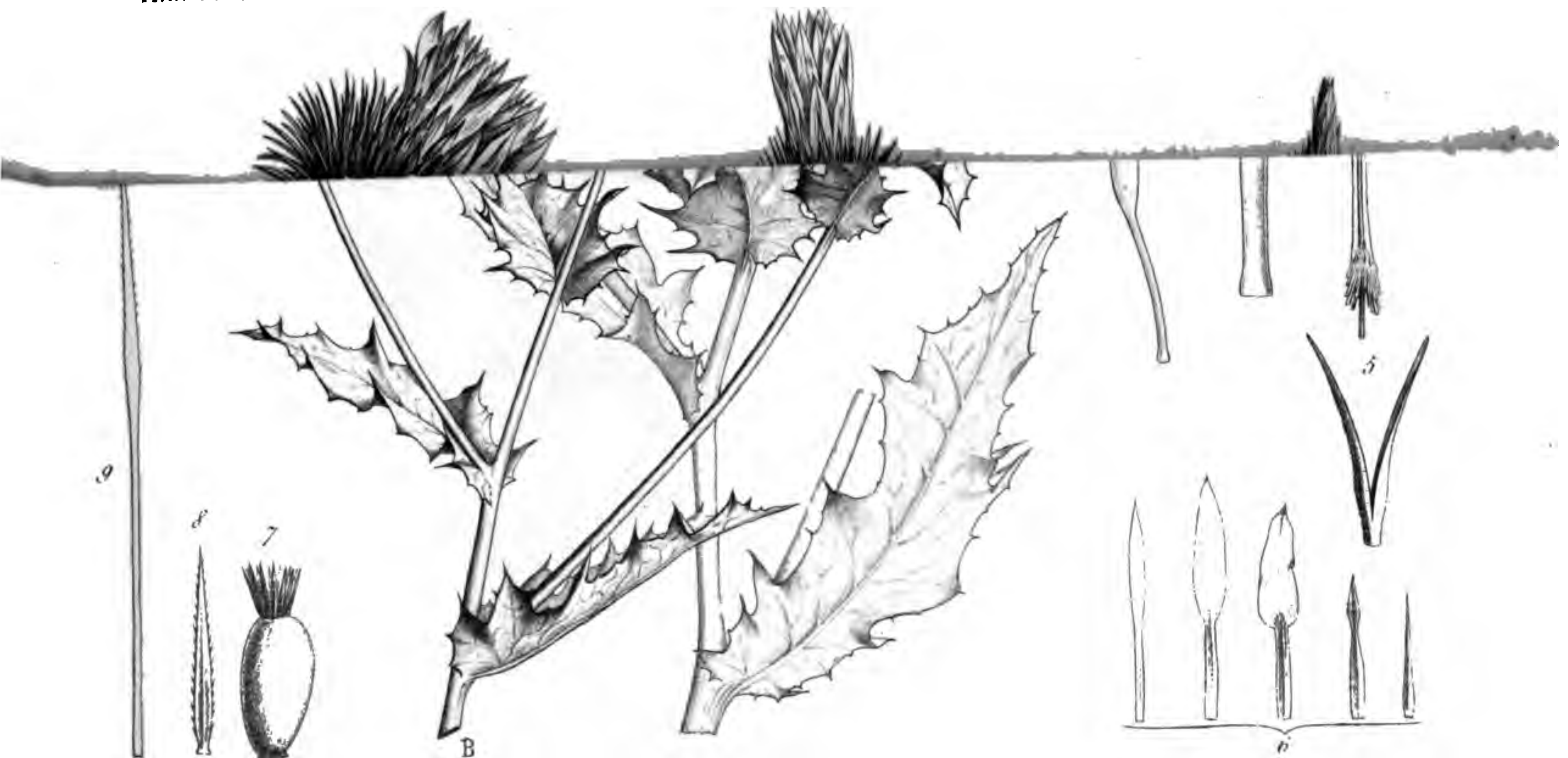
d'Apreval del. et lith. Imp. Becquet fr Paris.

Tanacetum Capusi, Franch.



d'Apreval del et lith. Lemercier Imp. Paris.

Pyrethrum transiliense, Reg.
var. glabrum, Franch.



d'Apreval del. et lith.

Imp. Becquet fr. Paris.

Cousinia coronata, Franch.

C. coronata sp. nov. tab. 18.

(*Microcarpæ*). — Tripedalis et ultra; caulis divaricato-ramosus, levis, pallide flavescens; folia coriacea, marginibus spinulifera, infima..., caulina semiamplectantia, albonervata, s' ,ra pallida, glabrescentia, subtus tenuiter arachnoideo-lanata, basi plus minus inciso-lobata, lobis ovatis, superiora subintegra; ramuli capituliferi longe nudi, monocephali; capitula multiflora, parce arachnoidea, globosa, nucis parvæ vix crassitie; involucri phylla numerosa, e basi ovatâ appressâ in appendicem linearem, triquetro-subulatam, abrupte contracta; phylla inferiora reflexa, intermedia patentia, interiora erecta, intima e basi lineari in appendicem scariosam purpureo-tinctam lanceolatam acutam phyllis exterioribus duplo longius abrupte dilatata; flosculi purpurei; paleæ receptaculi inæquales, longiores superne leviter incrassatæ, scabræ, cæterum leves; achænium parvulum, obovatum, leve, apice rotundatum; pappi setæ breves, achænium vix æquantes, complanatæ, denticulatæ.

Caulis paulo supra basin pennæ anserinæ vix crassitie; folia caulina subtripollicaria 1 poll. lata, superiora subpollicaria; capitulum (exclusis involucri phyllis) circiter 2 cent. diam., vel paulo minus; involucri phylla intima ultra pollicaria, exterioribus 15-18 mill. longiora; appendix phyllorum exteriorum 8-12 mill. longa, basi vix 1 mill. lata; achænium vix 2 mill.

Ourmitane; 16 juin, n. 719.

Espèce remarquable par ses bractées involucrales internes très saillantes, ainsi que par l'appendice étroit et rigide de ses bractées extérieures; on ne peut d'ailleurs la confondre avec aucune de ses congénères.

C. microcarpa Boiss. Diagn., ser. II, 3, p. 59.

Ourmitane; 16 juin, n. 679. Ibrahimata, à l'extrémité du Samarkand-Taou, alt. appr. 800 mètres; n. 677. Djizak, n. 678.

Plante assez variable; quelques-uns des spécimens rapportés par M. Capus sont beaucoup plus grands et plus rameux que la plante de Perse

et atteignent jusqu'à 60 centimètres. La décurrence des feuilles est ordinairement très large (8 à 15 millimètres), tantôt presque entière et bordée de petites épines, tantôt sinuée ou lobée, chacun des lobes étant alors terminé par une épine assez robuste. La longueur de l'appendice des bractées involucrales est également très variable (6 à 20 millimètres); mais cet appendice est toujours dilaté à la base, lancéolé et fortement caréné.

C. outichaschensis sp. nov.

(*Alpinæ*). — Annua; caulis simplex, monocephalus, pennæ corvinæ vix crassitie, parce arachnoideus; folia præsertim subtus albo-lanuginosa, inferiora et radicalia lyrata, rachide angustâ, segmentis lateralibus parvis, ovato-deltoideis, apice spinosis, segmento terminali multo majore ovato, marginibus subintegris tenuiter spinuloso et apice in spinam validiorem desinente; folia caulina parva, e basi ovatâ amplexicauli dentato-spinulosâ longe caudata et valide spinescentia; capitulum globosum nucis fere crassitie, parce arachnoideum; involucri phylla circiter 30, longe appendiculata, appendiculâ lanceolatâ triquetrâ, valide spinosâ; phylla inferiora reflexa, intermedia late patentia, superiora erecta, intima scariosa, lanceolata, acuta, flosculis purpureis breviora; receptaculi paleæ e medio scabridæ; achænium obovato-oblongum, (haud maturum) obsolete nervosum, apice rotundatum; pappi setæ scabridæ, achænio æquilongæ.

Vix ultra semipedalis; folia radicalia subtripollicaria; capitulum (absque phyllis) 2 cent. fere diam.; phyllorum appendices cum spinâ 2 cent. fere longæ; achænium 3 mill.

Gorge d'Outikasch, haute vallée du Zerafschane, alt. appr. 2480 mètres; 17 juin, n. 675.

Espèce remarquable, dans le groupe des *Alpinæ* par les larges appendices de ses bractées involucrales. Les capitules ressemblent tout à fait à ceux du *C. Hermonis* Boiss., mais les bractées de l'involucre ne sont pas resserrées sous l'involucre.

C. integrifolia sp. nov.

(*Alpinæ*). — Biennis (?); caulis subpedalis, parce ramosus, inferne pennæ corvinæ vix crassitie; folia mollia, oblongo-

lanceolata, integra, supra parce arachnoidea, subtus cinereo-lanuginosa, marginibus integerrima vel hinc inde tenuiter spinulosa; folia caulina parva, in alam angustam sinuato-spinulosam decurrentia; capitula multiflora, ad apicem ramorum solitaria, globosa, arachnoidea; involucri phylla in appendicem lanceolato-linearem rigide spinosam desinentia, inferiora reflexa, intermedia arcuato-patentia, interiora erecta, intima scariosa lanceolato-linearia, apice purpureo vix dilatata, flosculis breviora; flosculi (in sicco) pallide purpurascentes; receptaculi paleæ inferne leves, e medio parum incrassatæ, clavellatæ, scabridæ; achænium (juvenile) nervis obtusis percursum; pappi setæ elongatæ, scabræ.

Folia infima 3-4 pollicaria; caulina vix ultra pollicaria; capitula (cum phyllis patentibus) fere 2 1/2 cent. diam., nucis circiter mole; phyllorum appendix 1 cent. longa.

Tchoukalik, en face d'Ourmitane, alt. appr. 2200 mètres; 16 juin, n. 671.

Les capitules ressemblent à ceux du *C. alpina*, mais ils sont plus gros, et les achaines pourvus de côtes rapprochent davantage de la plante du *C. multiloba*; les feuilles inférieures sont tout à fait entières et les caulinaires présentent seulement 2 ou 3 petites dents spinuleuses, très peu apparentes.

C. canescens sp. nov.

(*Alpinæ*). — Cespes lignosus, multicaulis; caules simplices graciles, semi-vel vix pedales, albo-arachnoidei; folia utrinque arachnoideo-canescentia, inferiora ambitu oblonga, petiolata, pinnatifida, segmentis trifidis in spinam lutescentem valde acerosam desinentes; folia caulina eodem modo ac inferiora secta, amplexicaulia, minime decurrentia; capitula multiflora ad apicem caulium solitaria, lanâ sordide lutescenti vestita; involucri phylla appendice lanceolatâ valide spinosâ aucta, phyllis exterioribus reflexis, intermediis patentibus, interioribus erectis, intimis scariosis, lanceolatis, apice purpurascentibus, flosculis purpureis brevioribus; receptaculi paleæ scabridæ; achænium (juvenile), angulatum.

Folia infima et radicalia tripollicaria caulina media vix ultra

pollicaria; capitulum (exclusis phyllis patentibus 10-15 mill. longis) circiter 15-18 mill. diam., cum phyllis pollicare.

Kirschlak, alt. appr. 3000 mètres; 6 juillet, n. 672.

Les capitules ressemblent tout à fait à ceux du *C. multiloba* DC., mais les feuilles sont assez différentes, moins profondément pinnatifides, et chacun de leurs segments est séparé par une portion de rachis plus large et épineuse; la plante est moins robuste, les feuilles plus nombreuses sur la tige.

C. princeps sp. nov.

(*Alpinæ*). — Radix indurata, perpendicularis, pluricaulis; caules simplices, araneosi, basi pennæ anserinæ vix crassitie; folia præsertim subtus albo-lanuginosa, venis reticulatis quasi bullata, radicalibus lyratis, lobis lateralibus ovatis, dentato-spinulosis, in spinam validiorem desinentibus, lobo terminali multo majore, late ovato, vel cordiformi; folia caulina sat densa, late ovata, margine leviter sinuato-spinosa, amplexicaulia, auriculis breviter adnatis, subdecurrentibus; capitula magna, globosa, parce lanuginoso-arachnoidea, caulis ad apicem solitaria; involucri phylla numerosa, appendiculâ late lanceolatâ complicatâ valide spinosâ aucta, inferiora et media patentia, intima valde elongata, scariosa, lanceolato-acuta, ex-roseo purpurea, radiantia; flosculi (in sicco) rubescentes; phyllis intimis multo brevioribus; receptaculi paleæ scabræ; achænium parvum apice elevato et marginato truncatum; pappus 8-10-setus, setis plumosis, achænio haud maturo triplo longioribus.

Caules circiter pedales vel humiliores; folia inferiora tripollicaria, caulina vix pollicaria; capitulum (absque phyllis patentibus) pollicare et ultra; phylla fere 2 cent. longa, intima usque ad 30-35 mill.

Ansab, vallée du Jagnaous, alt. appr. 2215 mètres; n. 674.

Espèce probablement très voisine du *C. Schtschurowskiana* Regel et Schmalh, que je ne connais que par sa description, mais auquel ses auteurs attribuent des feuilles sessiles, des bractées involucrales étroitement lancéolées, des capitules enveloppés dans un tomentum très épais, des achaines jeunes plus courts que les poils de l'aigrette.

SAUSSUREA.

S. amara DC. Ann. du Mus. d'hist. nat., XVI, p. 200; Bunge Rel. Lehm., p. 352, n. 711.

Ablatoume, chaîne du Tchotkal-Taou, alt. appr. 2200 m.; 1er sept., n. 680.

S. sordida Kar. et Kir. Enum. pl. Song., n. 478.

Entre Novobot et Varsaout; 1er juillet, n. 681. Déikalane, vallée du Jagnaous; 28 juin, n. 682.

AMBERBOA.

A. moschata DC. Prodr. VI, p. 560.

Var. *nana* Boiss. Fl. or., III, p. 606.

Tengi Charam, montagnes de Baissoun (Boukharie), alt. appr. 800 mètres; 24 avril, n. 709.

ACROPTILON.

A. Picris DC. Prodr. VI, p. 662. Bunge Rel. Lehm., p. 367, n. 758.

Ourmitane; juin, n. 712. Djizak; mai, n. 713. Jang Kourgane; 1er juin, n. 714.

CENTAUREA.

C. ruthenica Lamk. Encycl. méth., I, p. 663.; Bunge Rel. Lehm., p. 364, n. 733.

Ablatoume, chaîne du Tchotkal-Taou, alt. appr. 2200 mètres, 3 sept., n. 683.

C. turkestanica sp. nov.

(*Centaurium*). — Caudex crassus, lignosus, pluricaulis; caules imà basi lanuginosi, erecti, rigidi, glabri, simplices, vel apice parum ramosi; folia glabra, coriacea, margine cartilagineo argute et duplicato-serrata, inferiora longe petiolata, limbo basi lobulis 1-2 utrinque aucto, cæterum oblongo,

obtuso; folia caulina conformia, semi amplexicaulia vel etiam basi brevissime decurrentia, superiora inferne tantum 1-2 dentibus acuminatis aucta, suprema bracteiformia; capitula e basi rotundatâ ovata, ad apicem ramorum solitaria; involucri glabri squamæ exteriores et mediæ late ovato-deltoideæ, 7-9 lineis fuscis striatæ, marginibus late albo-hyalinæ; squamæ interiores ovato-oblongæ, præsertim apice membranâ albidâ laciniatâ auctæ; squamæ intimæ oblongæ, appendice hyalino ovato, lacerato; flosculi flavi; pappus achænium oblongum æquans, setis scabris, exterioribus triplo brevioribus.

Planta 2-3 pedalis; folia inferiora, incluso petiolo, 6-7 poll. longa, caulina 2-3 pollicaria; capitulum basi 12-18 mill. latum.

Karakyz, dans les montagnes du Tchirtchik, alt. appr. 1350 mètres; 21 août, n. 684. Namangane (Ferghanah), alt. appr. 500 mètres, n. 685.

C'est avec le *C. tagana* que le *C. turkestanica* présente surtout des affinités; les feuilles ont à peu près la même forme dans les deux espèces, mais celles du *C. turkestanica* sont plus finement serrulées, relativement plus étroites, et les supérieures sont constamment entières et non pas obovales et souvent pinnatifides comme celles du *C. tagana;* elles sont aussi moins grandes et plus nombreuses sur la tige; les tiges du *C. tagana* sont entourées à la base de fibres provenant des débris des pétioles; celles du *C. turkestanica* sortent d'un bourgeon lanugineux dont la trace persiste longtemps, et la base des pétioles ne se résout point en fibres noirâtres.

C. Cyanus L. sp. 1289.

Kly; mai, n. 686. Jang Kourgane; 1er juin, n. 687. Djizak; mai, n. 688. Ourmitane; 16 juin, n. 689.

C. virgata Lamk. Dict. I, p. 670.

Var. *squarrosa* Boiss. Fl. or., III, 651. *C. squarrosa* Willd.; Bunge Rel. Lehm., p. 364, n. 740.

Djizak; mai, n. 690.

C. Balsamita Lamk. Dict. I, p. 667.

Djizak; mai, n. 691. Gorge de Tchoukalik, alt. appr.

2200 mètres; 16 juin, n. 692. Daschtikazé, haute vallée du Zérafschane, alt. appr. 1155 mètres; 13 juin, n. 693.

C. iberica Trev. in Spreng. syst. III, p. 406; Bunge Rel. Lehm., p. 364, n. 741.

Ourmitane et toute la vallée; 16 juin, n. 694.

Le spécimen unique rapporté par M. Capus appartient à la forme la plus répandue dans l'Orient, dont les feuilles sont pinnatipartites, les bractées involucrales étroitement marginées et les épines robustes; l'aigrette est presque aussi longue que le fruit avant la complète maturité.

CNICUS.

C. benedictus L. sp. (ed. 1), p. 626.

Var. *Kotschyi* Boiss. Fl. or., III, 706. *Cn. Kotschyi* C. Sch. Bip.

Djizak; mai, n. 695.

CARDUUS.

C. eriophorum L. sp. 1153. *Circium eriophorum* Scop.; Regel pl. Turkest., fasc. VII, p. 33, n. 33.

Sjemessan; 26 août, n. 696.

C. arvensis. — *Serratula arvensis* L. sp. 1146.

Ourmitane; 16 juin, n. 697. Jang Kourgane; 1er juin, n. 698. Djizak; mai, n. 699. Gorge d'Outikasch; 17 juin, n. 700.

C. scleranthus. — *Circium scleranthum* M. Bieb.; *Echenais carlinoides* et *Ech. nutans* Cass.

Karakyz; 21 août, n. 701.

C. nutans L. sp. 1150.

Ourmitane; 16 juin, n. 702. Ansab, vallée du Jagnaous, alt. appr. 2215 mètres; 4 juillet, n. 703.

Var. *armena* Boiss. Fl., or., III, p. 516. *C. armenus* Boiss. in Bourg. pl. exsicc.

Jang Kourgane, dans la steppe; alt. appr. 600 mètres; 1er juin, n. 704.

C. pycnocephalus Jacq. Hort. Vind. I, p. 17.
Schirabad (Boukharie), dans les moissons; alt. appr. 500 mètres; 7 avril, n. 705.

ONOPORDON.

O. leptolepis DC. Prodr. VI, p. 619.
Ourmitane; 16 juin, n. 706.

O. Acanthium L. sp. 1158.
Ourmitane; 16 juin, n. 707.

CARTHAMUS.

C. lanatus L. sp. 1163.
Ourmitane; 16 juin, n. 708.

JURINEA.

I. Trautvetteriana Regel et Schmalh in Regel Pl. Fedtsch., fasc. III, p. 52, n. 120.
Djizak; 5 juillet, n. 710.

Les achaines mûrs sont nettement tétragones, en forme de cône renversé, superficiellement striés sur les faces, surmontés par un rebord saillant mince, denticulé; l'aigrette est presque deux fois aussi longue que l'achaine, quelques-unes des feuilles inférieures présentent de très petites dents ou des callosités sur les bords.

J. Capusi sp. nov.
(*Derderieæ*). — E basi fruticulosâ multicaulis; caules graciles, angulati, scabridi, e medio nudi; folia scabra, subtus parce arachnoidea, radicalia oblongo-lanceolata, in petiolum longe attenuata, caulina media anguste cuneato-semidecurrentia, superiora obovata, auriculis breviter adnatis amplexicaulia; capitula solitaria, glabrescentia; involucri phylla exteriora et intermedia virides, lanceolata, valide dorso ner-

vata, intima parum longiora, sordide purpurea, puncticulata, breviter acuta; flosculi purpurascentes; achænium obovato trisubgonum, obtuse costatum, apice argute denticulatum.

Caules circiter pedales; folia infima semipedalia, superiora pollicaria; capitula basi 12 mill. lata; phylla involucri intima 1 cent. longa.

Ona Oulgane, dans les monts Tchirtchik, alt. appr. 1800 mètres; 22 août, n. 711.

Très voisin du *J. trautvetteriana,* dont il a le port et les feuilles; il en diffère par les bractées internes de l'involucre moitié plus courtes, aiguës, mais non pas longuement cuspidées; par ses achaines sensiblement comprimés, subtrigones et couronnés au sommet par des dents plus aiguës; les fleurons sont aussi presque moitié plus courts que ceux du *J. trautvetteriana,* les bractées extérieures de l'involucre plus étroites, presque glabres et non pas un peu tomenteuses et disposées en séries moins inégales.

J. Olgæ Reg. et Schmalh, in Reg. pl. Fedtsch., fasc. III, p. 51, n. 118.

Gorge de Tchoukalik, alt. appr. 2200 mètres; 16 juin, n. 716.

SERRATULA.

S. spinulosa sp. nov.

(*Stemmacantha*). — Caudex fruticulosus, brevis, multicaulis; caules erecti vel ascendentes, graciles, lanuginosi, satis dense foliati, monocephali; folia oblonga, supra parce arachnoidea, subtus dense albo-lanuginosa, demum coriacea, subintegra, margine tenuiter spinulosa, radicalia et inferiora longiter petiolata, caulina media et superiora semiamplexicaulia, auriculis rotundatis, spinulosis; capitula multiflora, globosa erecta; involucri parce lanuginosi phylla exteriora et intermedia longe appendiculata, appendice lanceolato-subulatâ, e medio recurvatâ, apice spinulosâ; phylla intima scariosa, purpurea, anguste lanceolata, longe subulata, erecta, vel apice patentia ; flosculi purpurei; paleæ receptaculi breves; achænium oblongum, leviter striatum, pallidum cum maculis

purpureis, apice in cupulam denticulatam productum; pappi setæ pallide rufescentes, fructu fere duplo longiores.

Folia radicalia cum petiolo semipedalia, 2 cent. vix lata; caules vix ultra semipedales; capitula (exclusis phyllis recurvatis) circiter 12-15 mill. lata.

Kigil Kouisch, vallée de l'Ona Oulgane, dans les monts Tchirtchik, alt. appr. 1800 mètres; 22 août, n. 718.

Le *S. spinulosa* se place dans le voisinage du *S. atriplicifolia* (*Rhaponticum atriplicifolium* auct.), mais il s'en distingue facilement par ses proportions trois fois moindres, par la forme très différente de ses feuilles, par ses capitules dressés et non penchés, beaucoup moins lanugineux et deux fois plus petits.

CICHORIUM.

C. **divaricatum** Schousb. Mar., p. 197.

Djizak; mai, n. 720.

ACANTHOCEPHALUS.

A. **amplexifolius** Kar et Kir. Bull. Soc. de Mosc. (1842), p. 127. Regel, pl. Fedtsch., fasc. III, p. 47. *Harpachæna amplexifolia* Bunge; Jaub. et Sp. Fl. or., III, 128, tab. 288.

Ourmitane; 16 juin, n. 721.

A. **benthamianus** Regel pl. Fedtsch., fasc. III, p. 47.

Moissons à Tokfan, vallée du Jagnaous (Kohistan), alt. appr. 1900 mètres; 22 juin, n. 722. Varsaout, 25 juin, n. 723.

KŒLPINIA.

K. **linearis** Pall. Itin. III. App., p. 755.

Kly, lac salé; 5 août, n. 724. Char-i-çabz (Boukharie), alt. appr. 600 mètres; 7 mai, n. 725. Entre Kudkuduk et Ispantuda; 22 mars, n. 726.

K. **Hedypnois** H. Baill. in Herb. Mus. Par.; *Rhagadiolus Hedypnois* Fisch. et Mey.; *Hedypnois minutissima* Bunge Pl. Lehm., p. 372, n. 775.

Tengi Charam, montagne de Baissoun (Boukharie), alt. appr. 900 mètres; 23 avril, n. 776. Intarr; 20 juin, n. 777.

K. scaberrima sp. nov.

(*Garhadiolus*). — Annua, setis rigidis brevibus densis hispidissima, e basi ramosa; folia præsertim ad nervos hispida, inferiora oblonga, in petiolum attenuata, dentato-sinuata, caulina auriculis porrectis inciso-lobatis amplectantia, superiora lanceolata; capitula secus ramulos quasi racemosa, sessilia, vel altero breviter pedunculato; involucri phylla 5-7, in fructu indurata, navicularia, apice conniventia, sub anthesi dense setulosa demum tuberculata, tuberculis acutis; flosculi 6-9; achænia arcuata, exteriora glabra paulo breviora, minus attenuata, pappo breviore, interiora pilosula, phyllis involucri paulo longiora, pappi setis elongatis radiantibus.

Planta paulo ultra pedalis; folia infima tripollicaria; capitula sub maturitate 8 mill. diam.

Tchoukalik; 16 juin, n. 778.

Par son hispidité, le *K. scaberrima* se rapproche du *K. hamosa* (*Garhadiolus hamosus* Boiss. et Haussnk); il s'en distingue par ses proportions beaucoup plus grandes, par ses bractées involucrales conniventes et couvertes de tubercules, et non pas étalées en étoile et glabres, par ses achaines qui dépassent seulement un peu l'involucre. Par suite de l'avortement des rameaux, les capitules forment une sorte d'épi ou de grappe.

LACTUCA.

L. virosa L. sp. 1119.

Marguib, vallée du Jagnaous; 25 juin, n. 779.

L. Scariola L. sp. 1119.

Tachkent, dans la steppe; alt. 500 mètres; juillet, n. 780.

L. undulata Ledeb. F. alt. IV., p. 156. Bunge Rel. Lehm., p. 379, n. 801.

Djizak; mai, n. 781.

L. tatarica C. A. Mey. Enum. Cauc., p. 56. *Mulgedium tataricum* DC.; Bunge Rel. Lehm., p. 386, n. 829.

Rabat, vallée du Jagnaous (Kohistan), alt. appr. 1900 mètres; 6 juillet, n. 782.

SCORZONERA.

S. hispanica L. sp. 1112.

Tachkent; n. 783.

S. stricta Hornem. hort. Hafn. II, p. 550.

Marguib, vallée du Jagnaous, alt. appr. 2360 mètres; 25 juin, n. 784. Djidjik; 29 juin, n. 785.

S. pusilla Pall. Itin. II. App., n. 390, tab. 103, fig. 3. Bunge Rel. Lehm , p. 375, n. 785.

Passe de Koui-Kabra, vallée du Jagnaous (Kohistan), alt. appr. 3430 mètres; 6 juillet, n. 786.

S. cenopleura Bunge Rel. Lehm., p. 378, n. 798.

Entre Kudkuduk et Ispantuda (Boukharie), alt. appr. 330 mètres, dans la steppe saline; 22 mars, n. 787.

S. racemosa sp. nov.

(*Polyclada*?) — Perisuau, e collo pluricaulis, simplex, foliosa; folia tenuissime puberula, infima et caulina inferiora longe petiolata, anguste lanceolata, 5-7 nervia, caulina media et superiora, linearia 5-3 nervia ; capitula pauciflora, ad axillam foliorum fere e medio caule subsessilia, solitaria; involucrum tenuissime lanuginosum, phyllis lanceolatis; ligulæ involucrum tertiâ parte superantes, luteæ, apice (in sicco) rubescentes; pappus sordidus ; ovarium glabrum, leve, obtuse costatum ; achænium maturum non vidi.

Ex unico specimine simplex (an abortu ramorum?) sesquipedalis; folia infima cum petiolo usque 10-pollicaria, caulina superiora 3-pollicaria.

Namangane (Ferghanah), alt. appr. 500 mètres; 10 sept., n. 788.

Ses capitules le rapprochent du groupe des *Polyclada*, mais il en diffère beaucoup par son inflorescence qui rappelle plutôt celle de certains

Chondrilla; les capitules ressemblent surtout à ceux du *S. virgata* DC., mais l'involucre est glabre.

Sc. Turkestanica sp. nov.

(*Polyclada*). — E basi pluricaulis; caules erecti, inferne indurati, angulosi, glabri, plus minus ramosi, ramis erectis vel plus minus unilateraliter patentibus; folia caulina rigidula, plana, anguste linearia, elongata trinervia, ramealia subfiliformia; capitula 6-7-flora, nunc ad apicem ramorum solitaria, nunc secus ramos racemosa, subsessilia vel distincte pedunculata; involucrum tenuissime puberulum, phyllis interioribus longe lineari-lanceolatis, subacutis, latiuscule marginatis; achænium glaberrimum, obtuse costulatum, leve; pappus sordidus achænio paulisper brevior.

Pedalis usque bipedalis; caules basi pennæ corvinæ crassitie; folia etiam inferiora 3 mill. circiter lata, 4–5 pollicaria, ramealia basi vix ultra 1 mill. lata, 1-2 poll. longa; achænium maturum 12-15 mill. long.

Oustara Sang; 21 août, n. 789.

Assez voisin du *Sc. divaricata*, il en diffère par ses feuilles qui ne sont jamais courbées en crochet au. sommet, par ses rameaux simples, effilés et nullement dichotomes, comme dans la plante de Mongolie, dont les capitules sont aussi plus longuement pédonculés, les bractées involucres blanchâtres et les fruits plus courts. La plante de l'Himalaya distribuée par le musée de Kew sous le nom de *Sc. divaricata* Turcz, a les capitules et le mode de ramification du *Sc. turkestanica;* mais elle en diffère par sa pubescence assez abondante surtout dans sa partie inférieure et par ses feuilles qui sont toutes enroulées; c'est probablement le *Sc. virgata* DC., auprès duquel le *S. turkestanica* doit prendre place, peut-être seulement à titre de variété glabre et à rameaux plus nombreux et plus courts. Dans le *Flora of British India*, le *S. virgata* est réuni, à tort je crois, au *S. divaricata*.

Sc. acanthoclada sp. nov.

(*Polyclada*). — E basi fruticulosâ ramosissima; rami cito glabrescentes, inferiores intricati, steriles, iterato et breviter ramulosi, ramulis rigidis, demum subspinescentibus; caules capituliferi dichotomo-ramosi; folia infima et inferiora, angus-

tissime lanceolata, superiora abbreviata, sæpius recurva; capitula nunc abortu sessilia, nunc longiuscule pedunculata; involucrum pauciseriatum, phyllis interioribus lanceolatis, obtusis, parce lanuginosis, apice sæpius sphacelatis; flosculi pauci (5-6); ovarium glabrum; pappus sordidus setis interioribus ad medium plumosis, superne scabris.

Semipedalis usque sesquipedalis; folia inferiora vix 2 mill. lata; involucrum elongatum circiter 15 mill. longum.

Artchamaidane (Kohistan), alt. appr. 2700 mètres; 8 juillet, n. 790.

Espèce voisine du *Sc. chondrilloides* Reg. et Schm. et du *Sc. tortuosissima* Boiss.; elle se distingue facilement de l'un et de l'autre par ses rameaux inférieurs stériles qui se divisent eux-mêmes en ramuscules très courts, alternes, étalés et devenant à la fin un peu épineux; dans les spécimens robustes, les rameaux florifères eux-mêmes présentent quelquefois à leur base ces ramuscules stériles et épineux.

TRAGOPOGON.

T. porrifolius L.

Outichash; 17 juin, n. 791. Rabat, vallée du Jagnaous; 23 juin, n. 792.

CHONDRILLA.

C. juncea L. sp. 1120.

Var. *latifolia* Boiss. Flor. or., III, 792. *C. latifolia* M. Bieb. Fl. Taur. Cauc. II, 244.

Oustara Sang; 1er août, n. 793.

Forme très glauque dans toutes ses parties; feuilles caulinaires lancéolées ou linéaires lancéolées, épaisses; rameaux de l'inflorescence couverts d'une pubescence farineuse; bec de l'achaine aussi long que lui.

PICRIS.

P. strigosa M. Bieb. Taur. Cauc., II, 250.

Karakyz, montagnes de Tchirtchik; alt. appr. 1350 mètres; 21 août, n. 794.

P. hieracioides L. sp. 1115.
Varsaout; 25 juin, n. 795. Novobot; 1er juillet, n. 796.

TARAXACUM.

T. lyratum DC. Prodr. VII, p. 148. Regel Pl. Turkest., fasc. VII, p. 40, n. 43.

α. *typicum* Regel, loc. cit.

Varsaout; 25 juin, n. 797. Passe de Koui Kabra; alt. appr. 3430 mètres; 6 juin, n. 800.

β. *dissectum* Regel, loc. cit.

Passe de Vorou; 11 juin, n. 798. Tourpag-Bell; 22 août, n. 799.

T. officinale Wigg. Prim. Fl. Holsat, p. 56.

Ona Oulgane; 22 août, n. 801. Deibalane; 1er juillet, n. 802. Schirabad; 5 avril, n. 803. Gouibaz; alt. appr. 3200 mètres; 29 juin, n. 804.

T. montanum DC. Prodr., p. 145.
Kizil Kouisch, 21 août, n. 804.
Var. *denudatum* Boiss. Fl. or., III, 786.
Kizil Kouisch, 21 août, n. 805.

PTEROTHECA.

P. aralensis Bunge Rel. Lehm., 383, n. 822.
Jori; 14 juin, n. 806. Ourmitane; 16 juin, n. 807.

SONCHUS.

S. asper Vill. Delph., III, p. 158.
Ourmitane; 16 juin, n. 808. Schirabad; 5 avril, n. 809. Jang Kourgane; juin, n. 810.

CREPIS.

C. bureniana Boiss. Fl. or., III, 852.
Ourmitane; 16 juin, n. 811.

C. acaulis Hook. fil. Fl. of Br. Ind., III, p. 396.
Tourpag Bell; alt. appr. 2950 mètres; 23 août, n. 853.

C. pulchra L. sp. 1134.
Tengi Charam, montagne de Baissoun (Boukharie), alt. appr. 900 mètres; n. 854.

HIERACIUM.

H. virosum Pall. It., II, p. 183, 259; app., p. 501, n. 125. Bunge Rel. Lehm., p. 387, n. 839.
Kizil Kouisch; 21 août, n. 855. Karakyz; alt. appr. 1300 m.; 21 août, n. 856.

MÉMOIRE SUR LES EUCALYPTUS

INTRODUITS DANS LA RÉGION MÉDITERRANÉENNE.

Par M. Ch. NAUDIN.

AVANT-PROPOS.

L'introduction des Eucalyptus d'Australie dans le midi de l'Europe et le nord de l'Afrique comptera comme une des plus intéressantes acquisitions que l'horticulture et la sylviculture aient faites dans le courant de ce siècle. L'étonnante rapidité avec laquelle croissent quelques-uns de ces arbres, la grande taille qu'ils acquièrent, la solidité et la durée de leur bois, la propriété dont ils jouissent d'assainir les localités marécageuses en aspirant l'eau stagnante dans le sol, le tannin que contiennent leurs écorces, les huiles essentielles dont leurs feuilles sont imprégnées et qui peuvent fournir matière à diverses industries, leur beauté même comme arbres ou arbrisseaux décoratifs, sont autant de qualités qui expliquent la faveur presque universelle dont ils sont l'objet et les immenses plantations qui en ont déjà été faites en Europe et ailleurs, presque toujours avec succès quand le climat et le terrain ne leur ont pas été trop défavorables.

Malheureusement pour la France, la zone climatérique où ces arbres précieux peuvent prospérer à l'air libre est fort limitée. Exception faite d'un très petit nombre d'espèces qu'on suppose, jusqu'ici sans preuves suffisantes, pouvoir se naturaliser sur nos côtes océaniques, c'est, pour la grande majorité, la région où l'oranger est cultivé et fructifie en rase campagne, c'est-à-dire le littoral de la Provence, de Toulon à la frontière d'Italie, la Corse et une faible partie du Roussillon. L'Algérie, l'Italie, la Sicile, l'Espagne et les autres pays méditerranéens situés au sud du quarantième degré de latitude,

offrent un plus vaste champ à la culture des Eucalyptus, et il est vraisemblable que dans les localités les plus chaudes de ces régions, en Algérie surtout, on pourra propager avec succès même les espèces des parties les plus tropicales de l'Australie.

C'est un genre riche en espèces. Si l'on admettait comme vraiment distinctes toutes celles dont on voit figurer les noms dans les ouvrages de botanique descriptive, le nombre en dépasserait trois cents. Il est réellement beaucoup moindre, et l'exagération ici s'explique aisément par l'extrême variabilité des formes spécifiques; par les changements d'aspect, je dirais presque les métamorphoses que les individus eux-mêmes subissent en passant de l'état juvénile à l'état adulte; par la défectuosité des matériaux d'herbier, et aussi par la tendance ordinairement inconsciente de beaucoup de descripteurs à considérer comme espèces légitimes des formes qui, pour d'autres, sont de simples variétés. De toutes ces causes réunies est résultée une étrange confusion dans la nomenclature, confusion qui rend très difficile aujourd'hui la reconnaissance des espèces décrites. D'après le baron Ferdinand Müller, qui a fait une étude approfondie de la flore australienne, et en particulier des Eucalyptus, le nombre des espèces actuellement connues dans ce genre pourrait se réduire à 140 ou 150, en prenant le mot *espèce* dans le sens le plus large; mais ce nombre s'accroîtra indubitablement, à mesure que le vaste continent australien sera mieux exploré par les botanistes et les voyageurs.

Même avec ce nombre réduit, l'étude des espèces d'Eucalyptus offre encore de grandes difficultés. Les herbiers seuls, du moins tels qu'ils existent aujourd'hui dans les collections publiques ou privées, sont d'un faible secours. Ils sont utiles cependant si on peut y ajouter l'observation des arbres vivants, mais c'est un cas exceptionnel qui ne se présente que là où les Eucalyptus peuvent être cultivés en grand nombre à l'air libre.

La Provence, où, depuis une trentaine d'années, l'horticul-

ture d'agrément a réalisé tant de merveilles, nous offre, disséminés dans les innombrables jardins de son littoral, au moins une trentaine d'espèces d'Eucalyptus arrivés à l'état adulte, fleurissant et mûrissant des graines. D'ici à peu d'années ce nombre aura peut-être triplé, car c'est à l'envi qu'horticulteurs et botanistes amateurs multiplient les semis de ces arbres. Tant en individus adultes qu'en jeunes sujets, la villa Thuret, devenue un centre d'études botaniques et d'essais de naturalisation, en possède approximativement 80 espèces. D'autres jardins sont pareillement riches en Eucalyptus. Parmi eux il convient de citer, comme contenant déjà de bons matériaux d'étude, le jardin de la Marine à Toulon, celui de la Société d'acclimatation à Hyères, ceux de M. le comte d'Éprémesnil et de M. Mazel au golfe Juan, de M. Thomas Hanbury à la Mortola, près Menton, et plus particulièrement encore les vastes et très riches collections de MM. Cordier et Trottier près d'Alger. D'intéressantes plantations d'Eucalyptus existent aussi en Corse et en Italie, principalement en Toscane et au voisinage de Rome.

Depuis la publication du *Sertum anglicum*, où le premier des Eucalyptus (*E. obliqua*) a été décrit par L'Héritier, en 1788, beaucoup de botanistes se sont occupés de ces arbres. Il serait peu utile de donner ici la liste de travaux très incomplets et le plus souvent très inexacts, d'ailleurs à peu près tombés dans l'oubli, mais je dois rappeler que le premier essai d'une monographie générale du genre est dû à Pyramus de Candolle, qui en a décrit 52 espèces dans le tome III du *Prodomus*, daté de 1828. Ce travail a été tout ce qu'il pouvait être à une époque où la flore australienne n'avait encore été explorée que d'une manière très superficielle et où les herbiers ne contenaient que des échantillons tout à fait insuffisants. Néanmoins il est encore bon à consulter aujourd'hui, et on y retrouve ce tact remarquable qui faisait saisir à l'auteur, pour ainsi dire d'emblée, les caractères vraiment distinctifs des espèces.

Après de Candolle plusieurs botanistes, principalement en

Angleterre et en Allemagne, ont publié des notes détachées ou des descriptions d'espèces dans divers recueils, sans faire des travaux d'ensemble. Pour trouver une véritable monographie des Eucalyptus, il faut arriver à l'année 1866, date du troisième volume du *Flora australiensis*, immense travail de M. Georges Bentham, assisté de M. Ferd. Müller, qui déjà avait décrit un nombre considérable d'Eucalyptus dans ses diverses publications sur la flore australienne. Cette monographie, très élaborée, contient les descriptions de 135 espèces, dont quelques-unes peut-être font double emploi; cependant elle n'est pas complète, car, depuis l'année 1866, M. Ferd. Müller a ajouté de nouvelles espèces à celles qui étaient alors connues. Il y en a sans doute encore à découvrir, mais nous avons lieu de croire que nous posséderons bientôt un travail plus achevé que tous ceux qui ont paru jusqu'ici, et qui ne laissera guère à faire aux botanistes futurs : c'est l'*Eucalyptographia* (1), atlas descriptif des Eucalyptus par M. Ferd. Müller, le botaniste le plus autorisé aujourd'hui pour parler des plantes australiennes. L'ouvrage est publié par livraisons contenant chacune dix planches lithographiées avec le texte correspondant. Les descriptions y sont très détaillées, et l'auteur y ajoute toutes les particularités qui rendent les espèces intéressantes tant au point de vue de la science qu'à celui de l'industrie. On ne peut que souhaiter le prompt achèvement de cette œuvre magistrale.

Cependant, après cette savante monographie des Eucalyptus, il y a encore place pour des travaux plus modestes et d'une utilité plus locale, si je puis m'exprimer ainsi. L'ouvrage de M. le baron Müller est tiré à un petit nombre d'exemplaires et, par son prix élevé, il n'est guère accessible qu'aux bibliothèques publiques ou à quelques riches particuliers. De plus, il est écrit en anglais, langue encore peu familière aux horticulteurs méridionaux et même à beaucoup d'amateurs inté-

(1) *Eucalyptographia. A descriptive atlas of the Eucalypts of Australia and the adjoining islands*, by baron F. Von Müller, government botanist for the colony of Victoria.

ressés aux plantations d'Eucalyptus. Faut-il ajouter que même dans ce travail si approfondi, il existe quelques lacunes en ce qui concerne les formes juvéniles de beaucoup d'espèces, lacunes qu'au point de vue de la culture il importerait de faire disparaître? Ces formes juvéniles et transitoires sont souvent très caractéristiques, mais en même temps, si l'on n'en tient pas compte, elles deviennent une cause fréquente d'embarras pour les cultivateurs et même une des principales sources d'erreurs dans la nomenclature. Pour ces divers motifs, et aussi pour fournir quelques matériaux à l'histoire de la naturalisation des Eucalyptus dans nos contrées, j'ai entrepris ce travail, qui, malgré son peu d'étendue, m'a demandé plusieurs années d'observations très attentives. J'y ai procédé comme je l'ai fait autrefois pour l'étude des Cucurbitacées, par la culture et l'examen sur le vivant, depuis la germination jusqu'à la floraison et la maturité des fruits. Il va de soi que, dans ce long travail préliminaire, je ne m'en suis pas tenu aux seuls arbres que j'ai semés et vus naître, et que j'ai mis à contribution ceux que j'ai trouvés tout venus dans les collections des horticulteurs et des amateurs.

Une autre question qui a aussi son intérêt, et sur laquelle il serait utile de s'éclairer, est de savoir si les Eucalyptus transportés d'Australie dans nos climats y subissent des modifications appréciables. C'est, en général, ce qui arrive pour les plantes dépaysées, à des degrés très divers il est vrai, mais quelquefois d'une manière si prononcée, qu'on a de la peine, au premier abord, à y reconnaître le type primitif de leur espèce. Les Eucalyptus, déjà si variables dans leur contrée natale, ne peuvent guère échapper aux influences modificatrices de nouvelles conditions d'existence. Il semble même que le fait se soit déjà produit dans l'Afrique australe, dont le climat cependant a bien des ressemblances avec celui de l'Australie. Dans une de ses lettres, M. Mac Owan, directeur du Jardin botanique de la ville du Cap, me disait que les voyageurs qui reviennent d'Australie, et relâchent dans cette partie de l'Afrique, s'accordent à trouver que les Eucalyptus y sont plus

feuillus et donnent plus d'ombre que dans le pays d'où ils ont été importés. Or, si un examen superficiel suffit déjà pour faire saisir des différences dues à un dépaysement qui ne date encore que d'un petit nombre d'années, il est permis de croire qu'à la longue ces différences augmenteront, et qu'au bout de quelques générations, nées de graines récoltées sur les lieux mêmes, elles deviendront plus profondes et seront finalement assez accusées pour constituer ce qu'on appelle des races et des variétés permanentes.

Je n'ai pas la prétention de faire une monographie complète des Eucalyptus, même en puisant largement dans les ouvrages d'autrui. Ce travail serait au-dessus de mes forces, et les matériaux me manqueraient pour m'en acquitter. J'ai voulu seulement éclaircir pour des lecteurs français quelques points de leur histoire, et faciliter aux botanistes et aux cultivateurs de ces arbres la distinction des espèces déjà introduites et de celles qui pourront l'être dans un prochain avenir. Même avec cette ambition restreinte et en m'aidant des travaux de mes devanciers, je n'ose pas me promettre d'atteindre complètement le but que je me suis proposé. Là où tant d'habiles observateurs sont en désaccord sur la limite et les vrais caractères des espèces, on doit s'attendre à commettre bien des erreurs et à laisser derrière soi bien des lacunes; mais ces imperfections, inévitables aujourd'hui, se corrigeront avec le temps. Ce sera la tâche de ceux qui, après moi, entreprendront, sur des matériaux plus complets, une nouvelle histoire des Eucalyptus introduits et naturalisés dans nos contrées.

PREMIÈRE PARTIE

CARACTÈRES GÉNÉRAUX DES EUCALYPTUS.

Les Eucalyptus appartiennent à la grande famille des Myrtacées, en majeure partie tropicale ou subtropicale, mais qui a en Europe, dans la région méditerranéenne, un représentant, le Myrte (*Myrtus communis* L.), charmant arbrisseau de nos collines maritimes de Provence, que les anciens cultivaient déjà comme plante d'agrément. Cette noble famille se classe, parmi les Dicotylédones polypétales, au voisinage des Mélastomacées et des Onagraires, mais ses plus grandes affinités sont avec les Pomacées.

On la divise en cinq sous-familles ou grandes tribus, les *Chamélauciées*, les *Leptospermées*, les *Myrtées*, les *Barringtoniées* et les *Lécythidées*, qui toutes fournissent d'intéressants végétaux à l'horticulture. Les Eucalyptus font partie du groupe des Leptospermées, auquel appartiennent aussi les *Angophora*, proches parents des Eucalyptus, les *Tristania*, les *Callistemon*, les *Melaleuca* et plusieurs autres genres d'arbrisseaux depuis longtemps connus dans nos jardins. La plupart des auteurs rattachent encore aux Myrtacées le Grenadier (*Punica Granatum* L.), qui forme à lui seul une sous-famille, les *Granatées*, composée d'un seul genre et d'une seule espèce, originaire d'Orient ou du nord de l'Afrique, mais naturalisée en Europe depuis les temps les plus anciens.

Les Eucalyptus, presque tous australiens (1), constituent

(1) Une seule espèce bien déterminée et bien certaine, l'*E. alba*, a été trouvée à l'île de Timor, et on suppose qu'il en existe trois ou quatre autres à la Nouvelle-Guinée et dans les archipels voisins; mais ces dernières pourraient n'être que des variétés de l'*E. alba*, qui lui-même semble avoir émigré des parties septentrionales du continent australien. Tous les autres Eucalyptus appartiennent en propre à la Nouvelle-Hollande et à la Tasmanie. Aucune espèce, jusqu'ici, n'en a été découverte à la Nouvelle-Zélande et à la Nouvelle-Calédonie.

un genre très naturel, dont le trait saillant est la présence d'un opercule, sorte de coiffe qui recouvre les étamines et l'ovaire, et se détache tout d'une pièce du tube calicinal au moment de la floraison. Cet opercule, dont la forme et la grandeur fournissent souvent de bons caractères spécifiques, représente morphologiquement la corolle, dont toutes les pièces sont soudées congénitalement ensemble. Dans la plupart des cas il se continue avec le tube du calice, et d'une manière si intime, qu'on n'aperçoit la ligne de séparation des deux organes qu'au moment où il s'en détache. Outre cet opercule, qu'on pourrait appeler *intérieur* ou *corollin*, il en existe presque toujours un second qui est extérieur et que je regarde comme formé par le limbe du calice, également soudé en une seule pièce (1); mais cet opercule, sphacélé de bonne heure, est si réduit et si caduc, qu'on ne l'aperçoit le plus souvent que sur les boutons très jeunes dont il coiffe le sommet. Rarement il se conserve jusqu'à la chute de l'opercule intérieur; on en voit cependant des exemples dans l'*E. maculata*, l'*E. peltata* et peut-être dans quelques autres.

L'ovaire, chez les Eucalyptus, est toujours adhérent, en totalité ou en partie, au tube du calice dans lequel il est enchâssé, mais dont il dépasse quelquefois le bord. Il est à 3, 4, 5 et quelquefois 6 loges, et se prolonge en un style dont le stigmate est tantôt ponctiforme, tantôt renflé en massue ou même élargi et pelté. Les étamines, toujours nombreuses (de 15 à 100 ou même davantage), sont presque toujours libres, très rarement distribuées en faisceaux et alors plus ou moins soudées entre elles par la base de leurs filets (*E. tetragona*). Dans les espèces où l'opercule n'est pas sensiblement plus long que le tube du calice, elles sont courbées et infléchies vers le centre de la fleur, mais elles restent droites dans celles dont l'opercule est relativement très allongé (*E. occidentalis*,

(1) C'était l'opinion de R. Brown. Cet opercule avait d'ailleurs été remarqué depuis longtemps, car il est cité par Andrews, dans le *Botanist's Repository*, t. VI, p. 35, et exactement figuré dans la planche 400, consacrée à l'*Eucalyptus resinifera*. Le premier volume de l'ouvrage est daté de 1797.

E. cornuta, *E. Lehmanni*, etc.). Leurs anthères biloculaires, tantôt très courtes, tantôt linéaires ou oblongues, s'ouvrent suivant les cas par deux pores terminaux ou par deux fentes longitudinales, mais ces différences, sur lesquelles on a essayé de baser une classification des espèces, sont souvent difficiles à préciser parce qu'elles s'effacent dans un grand nombre d'intermédiaires. Souvent aussi les étamines les plus extérieures de la fleur sont stériles par l'avortement de l'anthère, et on a de même cherché à en tirer des caractères spécifiques. Je donne à cette particularité moins d'importance encore qu'au mode de déhiscence, parce qu'elle n'est souvent qu'un accident et qu'elle me paraît trop variable et trop incertaine pour être réellement utile au nomenclateur.

Le fruit des Eucalyptus est une capsule qui fait corps avec le tube du calice, souvent épaissi et devenu plus ou moins ligneux, et qui s'ouvre, à son sommet, par autant de fentes qu'il y avait de loges à l'ovaire. Sa longueur, relativement au tube calicinal, offre généralement de bons caractères spécifiques, accusés surtout à la maturité. Suivant les cas, elle est incluse plus ou moins profondément dans ce tube ou en affleure le sommet ; quelquefois elle le dépasse et même se prolonge beaucoup au-dessus de lui en une pointe qui résulte de la persistance et de l'endurcissement de la base du style. Le fruit varie beaucoup de grosseur dans la série des espèces, et sa figure est souvent très caractéristique. Chez certains Eucalyptus il atteint à peine le volume d'une graine de chanvre, chez d'autres il dépasse celui d'une grosse noix ; il est turbiné, pyriforme, ovoïde, sphérique ou hémisphérique, urcéolé, allongé, largement ouvert ou rétréci au sommet ; tantôt lisse à la surface, tantôt couvert de rides ou d'aspérités, quelquefois relevé de côtes longitudinales plus ou moins saillantes. Un point à noter est que le fruit, dans la majorité des espèces, ne prend que peu d'accroissement après la floraison, et que son volume, à la maturité, ne dépasse pas de beaucoup celui qu'il avait au moment de la chute de l'opercule. Toutes ces particularités sont importantes, parce que le fruit étant ce

qu'il y a de moins variable dans une même espèce d'Eucalyptus, c'est lui qui, en définitive, offre les caractères les plus certains pour la faire reconnaître.

La maturité de ce fruit est toujours un peu tardive. Elle n'est guère complète qu'au bout d'une année, et assez souvent même les fruits se conservent beaucoup plus longtemps sur les arbres avant de se dessécher. Cueillis trop tôt, leurs graines incomplètement formées ne lèvent pas ou ne donnent que des plantes sans vigueur et qui périssent peu après la germination. C'est encore un caractère général des Eucalyptus que, sur le grand nombre d'ovules contenus dans les ovaires, il n'y en a que quelques-uns qui arrivent à l'état de graines parfaites, les autres restant réduits à leurs enveloppes. On distingue ces fausses graines d'avec les bonnes à leur moindre volume et à leur coloration ordinairement plus pâle. Les graines parfaites sont de forme irrégulière, anguleuses, et, chez quelques espèces, munies d'une aile membraneuse sur un de leurs côtés. Leur grosseur varie; souvent très fines, elles n'atteignent pas fréquemment 1 millimètre de longueur. On connaît cependant quelques espèces chez lesquelles elles sont beaucoup plus grosses. Récoltées bien mûres et tenues au sec, elles conservent longtemps leur vitalité, et on en a vu germer qui dataient de sept à huit ans. Cette longue durée des graines et leur faible volume, qui les rendent facilement transportables, ont beaucoup contribué à la propagation des Eucalyptus dans des contrées fort éloignées de leur pays d'origine.

Dans toutes les espèces d'Eucalyptus les cotylédons ont une physionomie commune qui les fait aisément reconnaître. Ils sont toujours pétiolés et opposés. Leur forme la plus habituelle est celle d'un cœur plus large que long, dont les deux lobes sont séparés par une échancrure plus ou moins profonde. Chez quelques espèces ils sont à peu près orbiculaires et entiers; chez d'autres l'échancrure médiane descend presque jusqu'à la base du limbe, qui se trouve ainsi divisé en deux lobes étroits et divergents. Ces diverses modifications peuvent aider à faire reconnaître quelques espèces, cependant

ce n'est pas un criterium assez constant et assez sûr pour qu'on puisse s'y fier dans tous les cas.

Les variations sont beaucoup plus grandes dans l'âge qui suit, et c'est là véritablement que commencent les difficultés du diagnostic spécifique. Les premières feuilles qui suivent les cotylédons ont rarement la figure de celles qui apparaîtront dans un âge plus avancé. Elles sont quelquefois alternes et pétiolées dès le commencement; plus souvent elles sont opposées et sessiles ou presque sessiles; mais, tandis que chez beaucoup d'espèces ce dernier caractère n'affecte que les six ou huit premières feuilles, chez d'autres espèces, aussi en grand nombre, elles restent sessiles et opposées pendant une longue période de la jeunesse de l'arbre et quelquefois pendant toute sa vie. Il arrive même, chez un petit nombre d'Eucalyptus, que ces feuilles opposées se soudent par leur base et deviennent ce qu'on appelle des feuilles connées, formant alors une seule pièce, qui est traversée dans son centre par la tige ou le rameau. Cette nouvelle disposition du feuillage est tantôt transitoire comme dans l'*E. Risdoni*, tantôt permanente comme dans les *E. gamophylla*, *E. perfoliata* et peut-être quelques autres encore.

Il y a donc, comme on le voit, des Eucalyptus véritablement *biformes*, c'est-à-dire dont l'état juvénile ressemble si peu à celui de l'âge adulte, qu'il serait impossible de rattacher ces deux états à la même espèce si on n'avait pas assisté au passage de l'un à l'autre. Très habituellement, chez ces Eucalyptus à feuilles opposées et sessiles du premier âge, la phase adulte est caractérisée par des feuilles alternes, pétiolées, plus ou moins longuement lancéolées, presque toujours dirigées dans un plan oblique ou tout à fait vertical relativement à l'horizon, ce qui tient à une demi-torsion du pétiole. A cet état beaucoup d'espèces se ressemblent, et, si on n'avait d'autre repère que le feuillage, il serait le plus souvent impossible de les distinguer les unes des autres. Un fait intéressant à noter ici, c'est que, si ces arbres adultes sont recépés sur la tige, principalement au pied ou à une faible hauteur, on voit pul-

luler des repousses qui reprennent entièrement le feuillage du jeune âge. Il arrive quelquefois que, sans aucune lésion appréciable, on voit apparaître sur un arbre des rameaux qui reprennent toute l'apparence de l'état juvénile et forment par là un curieux contraste avec ceux qui les environnent. Cette régression vers des formes antérieures, et qui est comme un rajeunissement partiel de l'arbre, n'est pas un obstacle à la floraison; ces rameaux d'aspect juvénile fleurissent quelquefois et mûrissent des fruits tout aussi bien que ceux de la forme adulte.

Ce ne sont pas là les seules modifications du feuillage dans les Eucalyptus. Il y a quelques espèces, dans le groupe que, par opposition au précédent, on pourrait appeler les *uniformes*, chez lesquelles les feuilles primordiales, alternes et pétiolées, sont réellement peltées par suite de l'insertion du pétiole à une certaine distance de la base du limbe. Ce caractère n'est pas très constant, car dans la même espèce on trouve des individus qui le présentent et d'autres qui en sont dépourvus. Il n'affecte d'ailleurs le plus ordinairement que les cinq ou six premières feuilles, quelquefois aussi un plus grand nombre; mais, s'il est transitoire dans ces espèces, il devient permanent chez d'autres. C'est du moins le cas de l'*E. peltata*, dont les feuilles restent peltées pendant toute la vie de l'arbre.

Presque tous les Eucalyptus arrivés à l'âge adulte sont très glabres; il y a cependant quelques exceptions, l'*E. setosa* par exemple, dont les rameaux et les inflorescences sont hérissés de longs poils. A l'état juvénile beaucoup d'espèces ont la tige et les feuilles couverts de petits poils glanduleux qui les rendent scabres au toucher et leur communiquent une teinte mate (*E. cornuta*, *E. Lehmanni*, *E. Planchoniana*, etc.); mais cette villosité est le plus souvent très passagère. Quelquefois elle est remplacée par de simples aspérités, par exemple dans l'*E. coccifera*, qui, encore à sa deuxième ou sa troisième année, est couvert de glandules saillantes, qu'on peut regarder comme la base de poils avortés. En passant à l'état adulte, il se dépouille de cette vestiture et devient entièrement glabre.

Il serait à désirer pour le nomenclateur et le descripteur d'Eucalyptus que les deux groupes désignés ci-dessus par les dénominations de *biformes* et d'*uniformes* fussent nettement tranchés; malheureusement il n'en est point ainsi. Entre les extrêmes de chaque groupe, entre les Eucalyptus les plus uniformes et les plus biformes, on trouve une nombreuse série d'espèces où ces différences s'atténuent d'une manière si insensible, qu'on ne sait où placer la limite de séparation. D'un autre côté, quand nous voyons combien sont instables presque tous les caractères sur lesquels nous cherchons à fonder les espèces, nous nous demandons s'il n'y en pas qui se partagent entre les deux groupes, distribuant indifférem-ment leurs individus parmi les uniformes et les biformes. C'est une question qui se pose à l'esprit quand on a sous les yeux des semis où certaines espèces sont représentées par de très nombreux échantillons. On est frappé alors du peu d'uniformité qu'ils présentent, sans qu'on puisse, avec certitude, l'attribuer à un mélange de graines différentes ou à un mauvais étiquetage. Il n'est pas impossible que des graines de même espèce, récoltées sur des individus différents, donnent des produits plus ou moins dissemblables. Enfin, quoiqu'on n'en ait aucune preuve, il se peut que le croisement d'espèces voisines ou de simples variétés d'une même espèce soit la première et principale cause de ces variations.

Un trait commun à tous les Eucalyptus, et on pourrait dire à presque toutes les Myrtacées de l'ancien continent, est l'existence de glandes oléifères dans les feuilles, l'écorce et toutes les parties vertes de la plante. C'est aux huiles essentielles sécrétées par ces glandes que les Eucalyptus doivent les odeurs balsamiques que répandent leurs feuilles froissées entre les doigts; leur bois lui-même en est imprégné, et on peut y voir la cause de son immunité contre les attaques des insectes. Il n'y a d'ailleurs qu'un très petit nombre d'espèces dont le feuillage ne soit pas rebuté par les bestiaux, et ce sont naturellement les plus pauvres en sécrétions aromatiques. Il paraît cependant que les Eucalyptus peuvent nourrir des

plantes parasites, car le Dr Koch, de Berlin, si versé dans la connaissance des arbres, rapporte avoir observé en Italie le Gui (*Viscum album*) implanté sur l'*E. globulus* (1).

Un autre caractère des Eucalyptus, mais beaucoup moins général que le précédent, est l'exsudation des substances oléo-résineuses des feuilles et de la jeune écorce sous la forme de pulvérulence impalpable, qui, suivant son abondance, communique à ces parties de la plante une teinte plus ou moins glauque ou même blanchâtre, sous laquelle se dissimule la couleur verte normale. Cette exsudation est ordinairement plus prononcée dans le premier âge des arbres qu'à l'état adulte. Chez beaucoup d'espèces elle est très faible et même paraît nulle ou à peu près nulle chez quelques-unes; mais il y en a sur lesquelles la matière exsudée s'accumule en telle quantité, que les feuilles et les rameaux en paraissent presque blancs. De là les expressions employées par les descripteurs de *feuilles pruineuses*, *glaucescentes*, *glauques*, *blanchâtres*, etc., qui reviennent fréquemment dans leurs mémoires. C'est aussi ce que rappellent les dénominations vulgaires données par les colons australiens à beaucoup d'Eucalyptus, telles que *Blue Gum*, *White Gum*, *White Mahogani*, etc., qui, pour la plupart, s'appliquent à plusieurs espèces différentes, mais de même coloration générale.

La figure, la grandeur, la consistance, la direction du limbe des feuilles et sa nervation sont aussi à considérer, car, malgré l'extrême variabilité de ces organes, on y trouve souvent de bons caractères spécifiques. Suivant les espèces et l'âge des individus, la forme des feuilles se modifie et rarement, comme je l'ai déjà dit, celles de l'état juvénile font prévoir celles de l'âge adulte, qui, dans la grande majorité des espèces, et quelle qu'ait été la forme des feuilles du premier âge, tendent à devenir plus ou moins longuement lancéolées et très souvent à se courber en lame de faux. Presque toujours aussi, dans ce dernier cas, les feuilles placent leur limbe

(1) *Gardener's Chronicle*, 1876, septembre, p. 399.

dans un plan vertical ou oblique par la torsion de leur pétiole, et il en résulte pour ces arbres un aspect particulier, qui les fait distinguer, même de loin, de nos arbres indigènes.

La consistance des feuilles diffère aussi d'espèce à espèce. Elles sont molles ou coriaces, souples ou rigides, quelquefois remarquablement épaisses, souvent plus larges et plus grandes dans la jeunesse que dans un âge plus avancé. Leur surface est tantôt mate, tantôt luisante, et leur teinte différente d'un côté à l'autre du limbe quand elles restent dans un plan horizontal. Les nombreuses glandes oléo-résineuses dont elles sont parsemées ne sont pas également visibles dans toutes les espèces. Toujours parcourues par une nervure médiane qui se dirige de leur base à leur sommet, elles émettent de chaque côté de cette nervure principale des nervures secondaires, quelquefois très caractéristiques, sous des angles plus ou moins ouverts, c'est-à-dire plus ou moins divergentes de la nervure médiane, et qui vont rejoindre une nervure marginale, tantôt très visible, tantôt très effacée, qui court le long des bords de la feuille. Les descripteurs en ont souvent tenu compte, mais elle ne me paraît pas avoir toute l'importance qu'ils lui ont attribuée pour la caractéristique des espèces. Il est presque superflu d'ajouter que chez tous les Eucalyptus le feuillage est persistant et se conserve sur les arbres ordinairement plus d'une année.

Ce qui vient puissamment en aide au botaniste et à l'arboriculteur pour distinguer les espèces les unes des autres, ce sont les proportions auxquelles elles arrivent, et, sous ce rapport, il y a entre elles de grandes différences. Quelques Eucalyptus, comme nous le verrons plus loin, passent pour les plus grands arbres qui existent au monde; d'autres sont de taille moyenne et un certain nombre s'arrêtent à celle d'arbrisseaux ou même de simples buissons. Le port et l'aspect général varient de même. L'apparence extérieure de l'écorce, sa contexture et la manière dont elle se détache du tronc et des branches fournissent aussi des données d'une certaine valeur, et il est à remarquer que les colons qui, en Australie, se livrent

à l'exploitation des forêts, distinguent plus aisément les Eucalyptus à la couleur et à la texture de leur écorce qu'à leurs autres caractères. Les botanistes eux-mêmes ont donné de l'importance à ce fait, à tel point que M. le baron Müller a fondé une classification générale des Eucalyptus sur les particularités offertes par l'écorce. Il les divise en six groupes ou sections, qui sont les *Leiophlœæ*, les *Hemiphlœæ*, les *Rhytiphlœæ*, les *Pachyphlœæ*, les *Schizophlœæ* et les *Lepidophlœæ*, dont les noms, tirés du grec, rappellent les traits les plus saillants de l'écorce. Cette classification, quoiqu'elle ne corresponde pas toujours avec les vrais caractères botaniques, est cependant assez naturelle, et elle a rendu de réels services aux botanistes descripteurs. Ajoutons qu'il s'agit ici de l'écorce des arbres adultes, et non de celle qui se détache sous forme de pellicules de la tige de jeunes sujets à leur seconde ou à leur troisième année, quelquefois dès la première, et dont la consistance est à peu près la même chez toutes les espèces.

Les bourgeons des Eucalyptus sont toujours nus; on n'y voit rien qui rappelle les enveloppes (bractées, écailles, etc.) sous lesquelles ceux de nos arbres indigènes trouvent un abri contre le froid, mais la nature y supplée d'une autre manière. Pendant la période de repos, qui peut être provoquée tout aussi bien par l'excès de la sécheresse que par le froid, les bourgeons restent latents, ou, pour mieux dire, à l'état de puissance dans le tissu de l'aisselle des feuilles, et ils ne commencent à émerger que lorsque les conditions météorologiques favorisent la reprise de la végétation. Si le bourgeon naissant est détruit par une cause quelconque, il s'en forme ordinairement un autre au-dessous de lui pour le remplacer. Les inflorescences, généralement axillaires, naissent de même à découvert (1), et leur développement complet, c'est-à-dire

(1) Il n'en est cependant pas toujours ainsi. Dans l'*E. botryoides*, les ombelles florales sont primitivement enveloppées d'une sorte d'involucre composé de deux folioles soudées l'une à l'autre, et qui a beaucoup d'analogie avec l'opercule corollin dont il a été question plus haut. De même que ce dernier, cet involucre se détache tout d'une pièce par circoncision au-dessous de l'ombelle,

jusqu'à la floraison, exige plusieurs mois et quelquefois une année entière. Il arrive même fréquemment que les feuilles qui avoisinent l'inflorescence sont tombées bien avant que celle-ci ait ouvert ses fleurs. A plus forte raison les fruits arrivés à maturité se trouvent-ils le plus souvent sur des parties de rameaux entièrement dépouillées de leurs feuilles.

Les inflorescences, les fleurs et les fruits sont de première importance pour caractériser les espèces d'Eucalyptus. Chez quelques-unes les fleurs sont solitaires à l'aisselle des feuilles; chez d'autres elles sont réunies par trois au sommet d'un pédoncule commun, formant ainsi des cymes axillaires triflores; plus souvent elles forment des ombelles de cinq et surtout de sept fleurs; dans d'autres cas, très fréquents aussi, l'ombelle est pluriflore, c'est-à-dire composée de plus de sept fleurs, et alors le nombre peut en être considérable, mais toujours normalement impair, sauf les cas de chute ou d'avortement de quelques fleurs. Ces ombelles sont quelquefois sessiles, plus souvent pédonculées, et leur pédoncule, tantôt grêle, tantôt épaissi et robuste, fréquemment aplati, surtout à sa partie supérieure. Les fleurs sont de même pédicellées ou sessiles au sommet du pédoncule commun, et, dans ce dernier cas, l'ombelle devient un glomérule.

Ce mode d'inflorescence est le plus ordinaire, mais il arrive chez quelques espèces que les ombelles florales s'accumulent vers les sommités des rameaux et que l'ensemble, surtout si les feuilles disparaissent, représente une panicule terminale. On trouve d'ailleurs tous les intermédiaires entre les panicules indécises et celles qui sont le mieux caractérisées. Elles peuvent être simples ou composées, par la division de leurs rameaux en panicules secondaires.

Les fleurs varient beaucoup de grandeur. Il en est de très petites, celles de l'*E. Raveretiana* par exemple, qui, tout à

qui est alors comme enchâssée dans une cupule dont le contour est plus ou moins saillant, quelquefois réduit à un simple anneau. Il est possible que cette particularité se présente dans d'autres espèces, mais c'est le seul exemple que j'en connaisse jusqu'ici.

fait ouvertes, ont à peine 4 millimètres de largeur; d'autres sont relativement très grandes, comme celles de l'*E. macrocarpa*, dont le diamètre transversal égale presque celui d'une rose moyenne. Entre ces deux extrêmes on trouve toutes les grandeurs intermédiaires. En général, quand les fleurs sont très grosses, elles sont solitaires aux aisselles des feuilles; lorsqu'elles sont de grosseur moyenne, elles sont, le plus souvent, sinon toujours, rapprochées en cymes triflores; enfin, lorsqu'elles sont très nombreuses dans une inflorescence, elles se classent, à quelques exceptions près, dans la catégorie des petites fleurs.

La forme de l'opercule et sa grandeur relativement au tube du calice sont importantes à considérer pour le diagnostic des espèces, et il est quelquefois tellement caractéristique, qu'il suffit à lui seul pour les faire reconnaître. Il est entendu qu'il s'agit ici de l'opercule corollin, de celui qui persiste jusqu'à la floraison, et non de celui qui, placé extérieurement, est fugace et peu remarqué. Il peut être très grand ou très petit, tantôt plus long que le tube du calice, et alors droit ou courbé, tantôt plus court, et même réduit à une petite calotte hémisphérique ou déprimée, obtuse ou apiculée. Dans le plus grand nombre des cas sa figure rappelle celle d'un cône, à pointe aiguë ou plus ou moins émoussée. Quelquefois sa base élargie déborde le pourtour du tube calicinal; d'autres fois elle est plus étroite. Si grande cependant que soit sa valeur au point de vue qui nous occupe, il s'en faut de beaucoup qu'il suffise ordinairement pour caractériser à lui seul une espèce. Il faut y ajouter les caractères tirés d'autres organes, tels que l'inflorescence et surtout le fruit, dont la forme et la grosseur ont beaucoup plus de fixité.

La floraison débute, ainsi que je l'ai déjà dit, par la chute de l'opercule, après quoi les étamines s'étalent en cercle autour de l'ovaire et du style. C'est une question de savoir si la fécondation s'opère avant la chute de l'opercule ou seulement après. L'observation n'en a pas, que je sache, été faite, mais il semble probable à priori qu'elle est postérieure à cette

chute, et que c'est au mélange de beaucoup de pollen étranger à l'individu fleurissant, apporté sans doute par des insectes, qu'il faut attribuer la grande variabilité de certaines espèces. Évidemment les croisements ne seraient pas possibles si la fécondation s'opérait à huis-clos sous l'opercule, mais par cela même que les fleurs restent longtemps ouvertes, on peut conjecturer avec quelque vraisemblance qu'elles reçoivent du pollen d'autres arbres de même espèce ou d'espèces voisines.

M. le baron Müller ne croit pas à l'hybridation dans les Eucalyptus, cependant il existe des formes si parfaitement intermédiaires entre des espèces acceptées par tous les botanistes, qu'on ne peut guère douter qu'il ne s'y forme des hybrides, comme dans tant d'autres genres, les Saules et les Rosiers par exemple. Le R^d^ Woolls, qui a beaucoup observé les Eucalyptus en Australie, nous apprend qu'on trouve tous les intermédiaires entre les *E. tereticornis* et *hemiphlœa* dans les lieux où ces deux arbres croissent à proximité l'un de l'autre. Les bûcherons eux-mêmes l'ont si bien remarqué, qu'ils ont donné le nom d'*hybrid box* à des variétés qui tiennent également de ces deux espèces, étant tantôt plus voisines de l'*hemiphlœa* et tantôt du *tereticornis*. Souvent ce sont les caractères du premier qui dominent dans la jeunesse; mais à un âge plus avancé ils cèdent le pas à ceux du second. La question reste donc en suspens, et elle ne pourrait être résolue que par des expériences directes, d'ailleurs difficiles à exécuter; elle n'en laisse pas moins supposer la possibilité, et même la quasi-probabilité de l'existence d'hybrides entre certaines espèces d'Eucalyptus. Si le fait était un jour démontré, on y trouverait l'explication de l'inconstance, souvent si embarrassante, de leurs caractères, dans ce que j'ai appelé la *variation désordonnée*, suite ordinaire des croisements entre espèces voisines ou variétés permanentes, à partir de la deuxième génération hybride.

Je n'ai rien dit jusqu'ici de la couleur des fleurs, ou, pour parler plus exactement, de la couleur des filets staminaux.

C'est qu'en effet il y a peu à en dire. La couleur dominante est le blanc, quelquefois teinté de verdâtre ou de jaune. Chez quelques espèces ce blanc tourne au rose quand les fleurs vieillissent, ainsi qu'on le voit assez souvent sur celles de l'*E. globulus*. Chez d'autres elles sont indifféremment blanches ou de couleur carmin, suivant les individus; l'*E. leucoxylon* nous offre un exemple bien connu de ces variations. Enfin il est quelques espèces plus richement colorées, telles, par exemple, que l'*E. miniata*, dont les filets staminaux sont d'un bel orangé, et l'*E. ficifolia* qui les a d'un rouge carmin très brillant, au moins dans une de ses variétés.

CULTURE ET MULTIPLICATION DES EUCALYPTUS. LEUR IMPORTANCE COMME ARBRES FORESTIERS.

En 1849, le célèbre horticulteur anglais, sir Joseph Paxton, annonça avoir multiplié l'*E. macrocarpa* de boutures de rameaux à demi aoûtés, plantés dans du sable et abrités sous de petites cloches de verre dans une serre à multiplication. D'autres, avant lui, y avaient déjà réussi, car le fait est mentionné dès l'année 1821 dans le *Botanical Cabinet* de Loddiges, t. VI, n° 501. Ce procédé peut être utile quand il s'agit de quelque espèce rare qu'on ne pourrait multiplier autrement, ou quand on veut obtenir des arbres assez nains pour être élevés en caisses ou en pots, et destinés à être abrités en hiver dans des orangeries ou des serres de moyenne hauteur. Dans les pays méridionaux, où les Eucalyptus peuvent passer la mauvaise saison en plein air, le meilleur moyen de multiplication, et le seul usité jusqu'ici, est le semis des graines qu'on fait venir directement d'Australie ou qu'on récolte sur les arbres déjà naturalisés. Ces semis se font habituellement en terrines sous châssis vitrés ou dans une serre à multiplication. On peut aussi les faire en pleine terre, à l'air libre, sur une planche de terreau sableux, abritée contre les vents et contre les rayons directs du soleil, à condition que la température générale soit assez élevée, par exemple de 22 à 25 degrés cen-

tigrades à l'ombre, dans le milieu du jour. Les graines d'Eucalyptus, étant pour la plupart très fines, doivent être à peine recouvertes, c'est-à-dire tout au plus d'un demi-millimètre de terre. Le semis sera tenu légèrement, mais constamment humide.

S'il est assez facile de faire lever les graines d'Eucalyptus, il l'est beaucoup moins de faire vivre et de conserver le jeune plant, très sujet à fondre dans les deux ou trois premiers mois qui suivent la levée. Quand le semis a été fait en pleine terre, le danger est moindre : il suffit d'abriter contre les coups de soleil et de maintenir la terre à un degré moyen d'humidité. Quand le semis a été fait en terrines, on se trouve bientôt obligé de repiquer le plant un à un dans de petits pots. L'opération est d'autant plus chanceuse, que le semis a été fait plus serré ; les jeunes plantes se touchent et s'étouffent mutuellement, et il n'est guère possible alors, sans en sacrifier un certain nombre, de conserver autour de leurs racines la petite motte de terre qui en faciliterait la reprise. Ce repiquage est toujours une phase critique dans l'élevage des Eucalyptus, et demande beaucoup d'attention et une certaine adresse de main de la part de l'opérateur.

On augmente les chances de reprise en repiquant de bonne heure, c'est-à-dire dès que les jeunes plantes ont développé trois ou quatre feuilles après les cotylédons, et même plus tôt, en se servant de pots de 6 à 7 centimètres d'ouverture, drainés avec soin et remplis d'un compost de terreau végétal, de sable siliceux et de terre franche par parties égales. On donne immédiatement une bonne mouillure qui traverse toute la masse de la terre, et on met les pots à l'ombre, sous verre ou à l'air libre, suivant le lieu et la saison. Dès que les plantes sont reprises, on donne plus d'air et de soleil, mais graduellement, à mesure qu'elles se renforcent. Tenus trop longtemps à l'ombre, les jeunes Eucalyptus s'étiolent et restent longtemps faibles, mais leur plus grand danger vient d'arrosages inconsidérés, trop copieux ou trop fréquents, et c'est alors, surtout s'ils sont insuffisamment éclairés, qu'ils périssent en grand

nombre. Il ne faut pas perdre de vue qu'on a affaire ici à des plantes de pays très ensoleillés et sujets à de longues sécheresses, et qu'on ne peut pas, sans dommage, les assujettir aux mêmes conditions que les plantes de climats humides et de faible éclairage solaire.

Quand le plant d'Eucalyptus a pris quelque accroissement dans les pots dont il vient d'être question, c'est-à-dire lorsqu'il a de 12 à 15 centimètres de hauteur, on procède à une nouvelle transplantation dans des pots d'une ouverture double des précédents et remplis du même compost, mais avec une plus forte proportion de terre franche. Il va de soi que ces pots devront être parfaitement drainés, ce que beaucoup de jardiniers négligent ou exécutent mal, et que les plantes y seront mises avec la motte entière retirée des premiers pots. C'est là qu'elles attendront leur plantation définitive, qui s'effectuera l'année suivante quand la terre aura commencé à s'échauffer sous les rayons du soleil. Étant en pots, il est facile de les mettre à l'abri du froid pendant l'hiver, soit sous des châssis ou des paillassons, soit même sans autre protection qu'un mur tourné au midi. Les précautions à prendre sont d'ailleurs déterminées par le climat du lieu, et on n'a pas de peine à comprendre qu'en Algérie, par exemple, les abris contre le froid sont beaucoup moins nécessaires qu'au nord de la Méditerranée.

Le premier hiver passé, les jeunes Eucalyptus n'ont pour ainsi dire plus rien à craindre, et les soins les plus ordinaires leur suffisent. Ce qu'il leur faut alors c'est d'être mis en pleine terre, à la place qu'ils doivent définitivement occuper. On choisit les endroits qu'on juge devoir le mieux leur convenir; on a soin surtout de ne pas les planter sous d'autres arbres ou trop près d'eux. Les Eucalyptus, dont le développement est si rapide, sont par cela même des arbres voraces, qui ne supportent pas que le sol, l'air, la lumière et l'humidité leur soient disputés. Ils aiment le soleil et résistent à ses rayons les plus ardents tant qu'ils trouvent un peu d'humidité dans la terre. Plantés dans un sol sans profondeur, rocailleux et

sujet à se dessécher, la plupart y viennent mal, croissent à peine, et même beaucoup y périssent. Il y a cependant quelques espèces, généralement de petite taille, qui sont appropriées à ces sortes de terrains et qui, en Australie, constituent des broussailles (*Mallee scrubs*) analogues aux maquis du midi de l'Europe et du nord de l'Afrique.

Les Eucalyptus, lorsque le sol et le climat leur conviennent, croissent d'autant plus vite et arrivent à des proportions d'autant plus massives, qu'ils sont plus isolés des autres arbres de même espèce ou d'espèces différentes. C'est ce qui arrive aussi pour nos arbres indigènes, qui prennent des formes arrondies et une forte ramure là où ils ont toute liberté de s'étendre. Mais ce grand développement latéral n'est pas le plus avantageux pour les industries qui demandent des bois de construction. Un arbre qui se divise en grosses branches à peu de distance de sa base n'est pour elles que d'une utilité restreinte; ce qu'il leur faut surtout, ce sont les longues pièces droites, régulières, uniformément calibrées et sans nœuds, propres, en un mot, à fournir des madriers et des planches de toute grandeur. On les obtient d'arbres élevés en futaie, c'est-à-dire en massifs assez serrés pour que les arbres, ne recevant les rayons directs du soleil que par leur sommet, se développent surtout en longueur, assez ouverts cependant à la lumière diffuse et aux courants d'air pour que les tiges y acquièrent un volume suffisant et le degré de dureté qui est inhérent à l'espèce. L'aménagement d'une futaie en vue de la production du bois de grande charpente et de constructions navales est le but essentiel et, à proprement parler, le seul but de l'art forestier.

A chaque essence d'arbres correspond un aménagement et un mode d'exploitation particuliers. Les bois feuillus (Chênes, Hêtres, Bouleaux, etc.) ne se gouvernent pas de la même manière que les résineux (Pins, Sapins, Mélèzes, etc.); de même aussi il faudra d'autres méthodes d'aménagement et de reproduction pour les bois d'Eucalyptus, quand on se sera sérieusement occupé d'en établir. Pour eux, sauf dans quelques cas

exceptionnels, on ne procédera plus par le semis sur place ; les arbres auront été élevés en pots, ou tout au moins en pépinières, et seront plantés en lignes à des distances égales les uns des autres. Dans le principe, la plantation devra être un peu serrée, soit, par exemple, s'il s'agit de l'*E. globulus*, de manière à laisser à chaque arbre un espace de 4 mètres carrés, ce qui revient à une plantation de 2500 arbres à l'hectare. Successivement, à partir de la troisième ou de la quatrième année, suivant le degré de développement des arbres, on éclaircit la plantation par la suppression de lignes entières, d'abord dans un sens, puis dans un autre, de manière à laisser de plus en plus d'espace entre les arbres à mesure qu'ils grandissent. On élague, s'il y a lieu, pour conserver les tiges nettes de grosses branches, mais cette opération doit être faite avec mesure, parce que les branches, dans le premier âge, servent à nourrir le tronc et le préservent d'être cassé par le vent. On supprime de même les sujets difformes ou mal venus, qui ne donneraient que de mauvaises pièces. Ces suppressions et ces élagages successifs donneront un certain profit par la vente des fagots pour le chauffage des fours, et ce profit s'accroîtra chaque année. En définitive le massif boisé se réduira, au bout d'une dizaine d'années, à 4 ou 500 arbres à l'hectare. Entre la quinzième et la vingtième année on procédera à l'exploitation de la forêt, dont les arbres, si le sol leur a convenu, auront de 20 à 25 mètres de hauteur, sur 2^{m},50 à 3 mètres de circonférence à 1 mètre du sol. Il serait prématuré d'évaluer aujourd'hui le produit en argent d'un massif d'Eucalyptus arrivés à maturité, mais il y a toute apparence que ce produit indemniserait largement le cultivateur de ses avances. On comprend d'ailleurs que le bénéfice, ici comme dans toutes les cultures, est subordonné à des circonstances qu'on ne peut pas toutes prévoir, et parmi lesquelles il faut compter les conditions économiques, très variables suivant les temps et les lieux (1).

trouvera de plus amples détails sur la culture des Eucalyptus et le

La condition capitale dans la culture des Eucalyptus, quand il s'agit du profit, est assurément celle du climat, sur laquelle nous avons déjà appelé l'attention du lecteur. Toutes les espèces du genre n'ont pas, sous ce rapport, les mêmes exigences. Considérés dans l'ensemble, les Eucalyptus sont des arbres de climats tempérés-chauds, où l'hiver est doux, le printemps pluvieux et l'été chaud et sec, avec quelques différences suivant les latitudes et la topographie locale. Très peu d'entre eux s'accommodent du climat tropical, surtout s'il est humide; un nombre moindre encore pourra vivre en Europe, au voisinage de l'Océan, au-dessus du quarante-troisième degré de latitude, tant à cause de l'insuffisance de la chaleur en été que de la rigueur du froid en hiver. Quelques espèces cependant, principalement de la Tasmanie (*E. viminalis*, *E. amygdalina*, *E. coccifera*) ou des sommets les plus élevés des Alpes australiennes (*E. Gunnii*, *E. coriacea*, *E. polyanthema*, etc.) semblent avoir quelque chance de s'y naturaliser. C'est une expérience à faire et dont on ne saurait actuellement présumer les résultats. Nous savons cependant que quelques-uns de ces arbres ont vécu ou vivent encore dans les parties les plus tempérées de l'Angleterre et même jusqu'en Écosse.

Si prépondérante que soit la question du climat, elle n'est pas la seule à considérer. La composition minéralogique du sol exerce aussi une influence très marquée sur le succès des plantations d'Eucalyptus. On a observé en Australie que la distribution géographique des espèces est subordonnée à la nature du sol presque autant qu'aux latitudes; que certaines d'entre elles sont limitées aux formations du grès, d'autres à celles des basaltes, des granits, du calcaire, etc., en un mot, qu'elles sont localisées par peuplements, ce qui explique pour-

profit à en tirer, dans le *Guide du planteur d'Eucalyptus*, par A. Certeux, membre de la Société d'agriculture d'Alger; brochure de 250 pages, publiée en 1877. Nous recommandons de même deux opuscules de M. Trottier : *Le rôle de l'Eucalyptus en Algérie*, 1876, et *L'accroissement de la valeur progressive de l'Eucalyptus*, 1876. On lira aussi avec intérêt une brochure de M. Félix Martin intitulée : *L'Eucalyptus et ses applications industrielles*, 1877.

quoi telle espèce qui abonde sur un point disparaît subitement pour reparaître à une grande distance de là, mais toujours sur un terrain de même composition minéralogique. Ce sujet a été encore peu étudié, mais ce qu'on en sait suffit déjà pour montrer qu'indépendamment du climat toutes les espèces ne réussiront pas également partout, et que c'est par des tâtonnements qu'on reconnaîtra les sols qui détermineront le choix de telles espèces plutôt que de telles autres dans une localité donnée.

Les époques de floraison des Eucalyptus paraissent très irrégulières, non seulement d'espèce à espèce, mais d'un individu à l'autre. Dans une collection tant soit peu nombreuse on observera des floraisons presque à tous les mois de l'année; il semble cependant qu'elles sont plus fréquentes, au moins sous nos climats, du commencement de l'automne à la fin du printemps, ce qui doit pareillement avoir lieu en Australie, mais on en voit aussi au cœur de l'été. Un fait qui est encore à noter, parce qu'il a peu d'analogues parmi nos arbres indigènes, c'est que, dans plusieurs espèces d'Eucalyptus, même de celles qui atteignent la plus grande taille, il se trouve des individus précoces qui fleurissent à leur troisième ou à leur quatrième année, quelquefois même à la seconde, quand ils ne sont encore que de faibles arbustes de 1^{m},50 à 3 mètres. Les plus grands Eucalyptus peuvent même ne pas dépasser la taille d'arbrisseaux ou de buissons quand ils croissent dans un sol trop sec ou de mauvaise nature, et néanmoins être très féconds en fleurs et en graines. Enfin, s'il y a des Eucalyptus dont la rapidité de croissance nous étonne, il y en a aussi dont le développement est tout aussi lent ou même plus lent que celui de nos arbres indigènes.

Au nombre des services que peuvent nous rendre les Eucalyptus, il en est un qui n'a encore été qu'entrevu et sur lequel il semble bon d'appeler l'attention des cultivateurs méridionaux : c'est de pouvoir servir très avantageusement à la nourriture des abeilles. Chez quelques espèces, telles que les *E. rostrata, melliodora, diversicolor, robusta*, etc., la floraison

est excessivement abondante, et elle attire ces insectes de fort loin. De la pointe du jour à la nuit, ces arbres à fleurs parfumées sont chargés d'abeilles, qui y font, à n'en pas douter, d'amples récoltes de miel. Il est visible par là que ceux qui, dans le midi de l'Europe et autres climats analogues, pratiquent l'intéressante industrie de l'apiculture, auraient tout avantage à élever quelques-uns de ces arbres au voisinage de leurs ruchers.

Il n'y a pas encore trente ans que la culture des Eucalyptus a commencé en France, en Algérie et dans le midi de l'Europe, et déjà ces arbres s'y comptent par centaines de mille. Sur ce nombre l'espèce de l'*E. globulus* prime de beaucoup toutes les autres, ce qu'elle doit à la réputation qu'on lui a faite d'être par excellence l'arbre assainisseur des pays marécageux et de contenir l'antidote de la fièvre. Que cette réputation ait été surfaite, c'est aux hygiénistes et aux médecins de nous le dire, mais il n'en reste pas moins avéré que, par la puissante succion de ses racines et par l'énergique exhalation qui y correspond dans son feuillage criblé de stomates, l'*E. globulus* assèche rapidement les terres imbibées d'eau, et par là fait disparaître bien des causes de maladie. On lui attribue la salubrité actuelle de localités de l'Algérie, jadis très malsaines et très redoutées, et c'est encore sur lui que l'on compte pour combattre les effluves mortels des marais de l'Italie centrale. L'expérience n'en est encore qu'à ses débuts et ne peut pas avoir donné tous les résultats qu'on est en droit d'en attendre, mais elle est patronnée par le gouvernement et, d'ici à peu d'années, on saura à quel point les conditions sanitaires du pays en auront été améliorées.

Des plantations d'arbres sont toujours utiles ; elles le sont surtout dans les pays chauds, et on peut dire qu'elles deviennent une nécessité de premier ordre dans ceux qui ont été dépouillés de leurs antiques forêts et où la pénurie de bois, toujours croissante, menace de devenir une calamité publique. C'est particulièrement le cas des pays méditerranéens de l'Europe et du nord de l'Afrique, de l'Espagne, de l'Italie, du midi

de la France et de l'Algérie. On y paye aujourd'hui par des désastres agricoles qui reviennent périodiquement les erreurs économiques des siècles passés. Quel affligeant spectacle, pour le voyageur qui parcourt ces contrées jadis florissantes et peuplées, que ces vastes étendues de terre sans verdure et sans habitants, ces montagnes et ces collines réduites à leur squelette de rochers, et ces plaines alternativement brûlées par le soleil et transformées en marécages pestilentiels par les eaux que les hauteurs dénudées de végétation ne peuvent plus retenir! Le mal est grand, et il deviendra irrémédiable dans un avenir qui ne peut pas être bien éloigné, si on ne se hâte de prendre des mesures capables de l'arrêter.

Le remède est connu et son application n'est pas au-dessus des ressources d'un peuple civilisé. C'est le reboisement des montagnes et la plantation d'arbres partout où on a besoin de bois de construction et de combustible, c'est-à-dire partout où l'homme établit sa demeure. Il y a une juste proportion à garder entre la terre livrée à la culture et celle qu'on abandonne à la végétation arborescente, et ce n'est jamais impunément qu'on viole cette loi de la nature. Qu'on n'oublie pas que s'il est ordinairement facile de prévenir le mal, il faut le plus souvent un grand effort pour le guérir.

Les reboisements, si nécessaires aujourd'hui, seront une opération lente et laborieuse, et qui ne pourra s'effectuer qu'avec le concours de l'État, mais devant laquelle il ne faut plus reculer si on tient à sauvegarder l'avenir. Actuellement la France achète chaque année, au dehors, pour près de deux cents millions de francs de bois de construction, et cette grosse dépense, qui d'ailleurs grandit sans cesse, n'est rien à côté du danger que nous courons en nous mettant ainsi à la merci de l'étranger pour une matière si indispensable à toute nation civilisée. Et ce n'est pas seulement le bois de construction qui devient rare et cher, c'est aussi le bois à brûler, que la houille ne peut pas remplacer dans tous les cas, non seulement pour les usages domestiques ordinaires, mais aussi pour beaucoup d'industries. Cette pénurie de combustible est

la première cause de la dénudation de nos montagnes du Midi, actuellement livrées à la vaine pâture, et où les troupeaux de moutons et de chèvres achèvent de détruire toute végétation ligneuse. Malheureusement il y a ici tant d'intérêts privés à déplacer, qu'on doute qu'il soit jamais possible de supprimer d'anciens usages et de trouver pour les habitants de ces lieux désolés d'autres moyens d'existence.

L'Algérie est peut-être plus menacée encore que la France par le déboisement de ses montagnes, où les mêmes causes ont amené les mêmes déplorables résultats, avec cette aggravation d'un climat plus chaud, plus sec et plus inhospitalier à la population européenne. La terre y est généralement fertile, mais par suite de l'insuffisance des pluies les récoltes y sont fréquemment compromises par la sécheresse. C'est un fait constaté par les plus anciens colons que la culture des céréales et des plantes fourragères y devient chaque année plus précaire et plus incertaine, aussi y donne-t-on de plus en plus d'extension à la culture de la vigne. Mais si florissants que soient aujourd'hui les vignobles algériens, ils ne sauraient suffire à eux seuls pour entretenir une population rurale; il leur faut des points d'appui dans d'autres cultures, et avec d'autant plus de raison qu'ils sont tout aussi exposés que ceux de l'Europe aux fléaux de diverse nature : oïdium, anthracnose, phylloxera, etc., qui ruinent ces derniers. Ne compter que sur eux comme ressource principale de l'agriculture serait courir le risque d'accidents désastreux. C'est que, dans l'industrie du sol comme dans toutes les autres, et même plus que dans les autres, il faut avoir plus d'une corde à son arc, c'est-à-dire qu'une récolte venant à manquer il faut pouvoir se dédommager par une autre. On y parvient en variant les cultures, en associant, suivant les lieux et les capacités du sol, la vigne, les céréales, les plantes fourragères, les plantes industrielles, l'olivier, le mûrier, etc., toutes plantes qui supposent autant d'aptitudes particulières aux divers terrains, une chaleur suffisante et une somme annuelle d'eau pluviale proportionnée à cette chaleur. Sauf ce dernier point, l'Algérie possède tout le reste,

et, si on parvient à modifier son climat dans ce sens, elle deviendra à coup sûr une des plus florissantes colonies de la terre.

Toute la question est là, mais par quel moyen obtiendra-t-on ce résultat si désirable? Il n'y a qu'une réponse : ce sera par l'épargne rigoureuse de ce qui reste à l'Algérie de ses anciennes forêts; par la reconstitution de celles que l'incurie des hommes a fait disparaître; par le reboisement de ses montagnes, principalement des hauts plateaux qui la séparent de la région saharienne, et aussi par une abondante plantation d'arbres dans ses plaines. Il faut que le colon ait toujours à sa portée le bois dont il a besoin pour ses constructions, son outillage agricole et même pour son ménage, sans avoir à le demander aux garrigues voisines qui redeviendront des bois et même des futaies quand on aura cessé de les dévaster. Couverte d'une épaisse végétation arborescente, l'Algérie verra son climat s'améliorer, la chaleur devenir plus supportable, les vents perdre de leur violence et la pluie revenir plus abondante et plus fréquente. En même temps les eaux pluviales mieux retenues dans le sol en conserveront plus longtemps la fraîcheur. Du même coup encore on verra disparaître les flaques d'eau croupissante qui engendrent la fièvre, et ces terribles inondations qui, de loin en loin, ravagent les terres cultivées, entraînant et noyant hommes et bestiaux.

Là est véritablement l'avenir de l'Algérie, et bien peu clairvoyant serait celui qui ne l'apercevrait pas. Mais le reboisement de vastes étendues de pays montagneux est une œuvre de longue haleine, peut-être cependant moins longue et moins difficile qu'elle n'apparaît au premier abord, car la nature ici fait cause commune avec l'homme. Elle-même travaille sans cesse à rétablir la végétation partout où elle trouve un reste de terre et d'humidité, en y faisant naître un buisson d'abord, puis un arbre. Il n'y aurait souvent qu'à la laisser faire sans la contrarier; mais, si elle est aidée, elle paye au centuple celui qui la seconde. En tout pays et sous toutes les latitudes, à l'exception des pôles, elle a prodigué les plantes les mieux ap-

propriées aux conditions locales d'existence, et c'est à celles-là, avant toutes les autres, qu'il faut s'adresser pour refaire des bois là où il n'en existe plus. En fait d'essences indigènes, l'Algérie est bien douée ; elle possède des Chênes (*Quercus Mirbeckii*, *Q. castaneæfolia*, *Q. ilex*, *Q. ballota*, *Q. suber*), des arbres résineux (*Cedrus Libani*, var. *atlantica*, *Pinus halepensis*, *P. pinaster*, *Abies Pinsapo*, *Juniperus thurifera*, etc.), des Érables (*Acer obtusifolium*, *A. monspessulanum*), des Frênes (*Fraxinus australis*, *F. dimorpha*) et beaucoup d'autres arbres et arbrisseaux, dont il serait trop long de donner la liste. J'en excepte un seul, le Térébinthe de l'Atlas (*Pistacia atlantica*), qui est, d'après M. Ernest Cosson, la véritable essence forestière des hauts plateaux, et celle qui frayera la route aux autres dans cette région déserte et désolée.

Cependant, bien avant que cette vaste opération soit accomplie, il faut que l'Algérie trouve chez elle tout le bois réclamé par les besoins de sa population croissante, et cela dans le moindre laps de temps possible. Elle y parviendra en multipliant les essences de croissance rapide. Or, de tous les arbres aujourd'hui connus, il n'en est point qui, dans un temps donné, produisent autant de matière ligneuse que certains Eucalyptus. On peut, par exemple, sans la moindre exagération, évaluer la production en bois de l'*E. globulus* à quatre fois celle d'un chêne de nos climats dans un même nombre d'années et à égale fertilité du terrain. Ainsi, à vingt-cinq ans, un arbre de cette espèce équivaut à un Chêne de cent ans ; c'est une économie de trois quarts de siècle, avantage inappréciable dans la vie d'un homme. Remarquons d'ailleurs qu'il ne s'agit pas seulement de satisfaire à des besoins locaux ; il faut aussi songer à l'exportation. Le mal dont souffre la France est commun à toute l'Europe, et il pèse surtout sur les États maritimes, obligés aujourd'hui d'importer à grands frais les bois d'œuvre nécessaires à leurs constructions navales. Eh bien, l'Algérie, si on le veut sérieusement, pourra, à l'aide des Eucalyptus, devenir la grande pourvoyeuse de l'Europe occidentale, et ce sera par centaines de millions que s'évalueront

ses revenus dans un avenir relativement très rapproché (1).

Il n'y a guère, jusqu'ici, que deux espèces d'Eucalyptus qui aient fixé l'attention des colons algériens, l'*E. globulus* et l'*E. resinifera* (2), et encore avec une grande prédominance du premier sur le second, parce que sa croissance est plus rapide, mais ce ne sont pas les seuls à utiliser pour la production du bois. D'autres espèces, non moins recommandables, croissent tout aussi vite que l'*E. globulus* et arrivent aux mêmes proportions. Nous en possédons quelques exemplaires remarquables à la villa Thuret, mais trop jeunes encore pour pouvoir être déterminés spécifiquement sans risque d'erreur, aussi m'abstiendrai-je d'en parler dans ce premier mémoire. Je rappelle d'ailleurs qu'au point de vue qui nous occupe, toutes les espèces d'Eucalyptus n'ont pas les mêmes propriétés; qu'elles ne sont pas également propres aux mêmes usages et qu'elles ne s'accommodent pas non plus des mêmes natures de sols. Il y aura

(1) Une autre raison pour développer en Algérie la production forestière et qui, après les récentes catastrophes de Chio et d'Ischia, ne peut échapper à personne, est de se mettre en garde contre les tremblements de terre, en construisant autant que possible les maisons en bois, ou en y prodiguant le bois de manière à maintenir la maçonnerie et à en empêcher l'écroulement. C'est la précaution qui devrait être prise dans tous les pays sujets à ces commotions du sol et l'Algérie est du nombre. Il n'y a pas encore un siècle, car c'était en 1790 et 1791, deux formidables tremblements de terre ont renversé la ville d'Oran et enseveli sous ses ruines des milliers de personnes. La garnison espagnole presque tout entière y a péri, et c'est à la suite de ce désastre que la ville a été réoccupée par les Arabes, qui l'ont gardée jusqu'à l'arrivée des Français.

Depuis cette époque, l'Algérie a éprouvé plusieurs tremblements de terre, et, sans remonter plus haut que l'année 1825, la ville de Blidah s'est écroulée sur ses habitants. Ces redoutables accidents se reproduiront un jour ou l'autre, on n'en peut guère douter, et leur gravité autant que leur soudaineté doivent nous tenir sans cesse en éveil. Aucune industrie humaine ne peut les maîtriser, mais on peut en éviter les conséquences funestes en substituant le bois à la pierre dans les constructions. Il est donc prudent d'avoir toujours sous la main la quantité de bois nécessaire pour parer à toutes les éventualités, et on y parviendra en multipliant les arbres de haute futaie partout où existeront des centres de population.

(2) C'est avec doute que je nomme ici, d'après divers agriculteurs, l'*E. resinifera*, car presque partout on le confond avec l'*E. rostrata*.

donc encore bien des recherches à faire, bien des tâtonnements à risquer dans la culture des Eucalyptus pour être renseigné sur ces divers points, mais la première question qui se présente est d'en reconnaître les espèces et de bien saisir leurs caractères distinctifs. C'est ce que j'ai essayé de faire dans ce travail en m'aidant de mes propres observations et peut-être davantage encore de celles d'autrui. S'il peut être de quelque utilité, je me trouverai suffisamment payé de ma peine.

SECONDE PARTIE.

DESCRIPTION DES ESPÈCES D'EUCALYPTUS ARRIVÉS A L'ÉTAT ADULTE EN FRANCE ET EN ALGÉRIE.

L'usage des diagnoses latines étant devenu général en botanique, je crois devoir m'y conformer dans cette seconde partie de mon travail, non seulement parce que le latin est aujourd'hui la langue scientifique universelle, mais aussi, et principalement, parce que les mots usités dans les descriptions ont acquis conventionnellement un sens précis, qui exprime clairement et brièvement ce que l'on veut dire. Tout le monde admet qu'une diagnose latine, exacte et bornée à ce qu'il y a d'essentiel, fait souvent mieux saisir les caractères des espèces que de longues descriptions dans une langue vivante, ordinairement moins façonnée à cet emploi spécial. D'un autre côté, je ne dois pas perdre de vue que si ce travail va principalement à l'adresse d'un public peu familiarisé avec les formules de la science, il aura aussi, je l'espère du moins, quelques lecteurs parmi les botanistes de profession, en France et à l'étranger. C'est donc exclusivement pour eux que j'ajoute à mes descriptions françaises, mais comme simple accessoire, quelques phrases descriptives dans une langue à laquelle tous sont habitués.

EUCALYPTUS.

Flores tetra-penta-hexameri; calyce rarissime breviterque dentato, limbo sæpius in calyptram tenuem mature sphacelatam et caducam conflato, tubo persistente diversiformi. Corolla in operculum mutata, tubo calycino continua, sub anthesi circumscissa et decidua. Stamina sæpius numerosissima, fere semper omnino libera, antheris bilocularibus apice biporosis aut longitudinaliter birimosis. Ovarium tubo calycino magis minusve adhærens, 3-5-loculare, rarius 6-loculare, stylo filiformi, stigmate nunc punctiformi nunc modice dilatato aut peltato. Capsula sæpissime in tubo inclusa, rarius semilibera et exserta, loculis apice dehiscentibus. Semina ut plurimum numerosa, irregularia, maxima parte efœta.

Arbores aut arbusculæ sæpe biformes, id est secundum ætatem facie et habitu diversæ; foliis nunc oppositis, imo (sed rarissime) ternatis, præcipue in ætate primaria, nunc alternis et tunc sæpius lanceolatis, raro per paria basi connatis, limbo magis minusve coriaceo, glandulis oleoso-resinosis consperso, haud raro glaucescente aut pruinoso-albicante; floribus axillaribus, sæpius in umbellulas pedunculatas digestis, rarius ad apices ramorum corymbosis paniculatisve; fructibus maturis sæpe sublignosis.

Les trente et une espèces d'Eucalyptus ici décrites peuvent être classées ainsi qu'il suit, en prenant l'inflorescence pour caractère principal :

a. Fleurs solitaires, axillaires, nutantes................ *E. tetraptera.*
b. Fleurs en cymes triflores, axillaires, quelquefois solitaires par avortement des deux autres.
  1. Étamines distribuées en 4 phalanges, bord du calice quadrilobé.................................. *E. erythrocorys.*
  2. Étamines uniformément distribuées; bord du calice tronqué sans lobes.
    † Fruits gros (presque du volume d'une noix)... { *E. Preissiana.* *E. megacarpa.* *E. globulus.* }

†† Fruits petits (à peu près de la grosseur d'un pois) .... *E. viminalis.*

c. Fleurs en ombelles axillaires, ordinairement 3-flores, quelquefois 5-7-flores, longuement pédonculées et nutantes.. *E. longifolia.*

d. Ombelles axillaires, normalement septiflores.

1. Opercule plus long que le tube du calice; étamines droites dans le bouton.................................. *E. occidentalis. E. obcordata.*

2. Opercule plus court ou à peu près de même longueur que le tube du calice; étamines infléchies dans le bouton.................................. *E. gracilis. E. melliodora. E. Gunnii. E. goniocalyx. E. coccifera.*

e. Ombelles axillaires, souvent 7-flores, mais où le nombre des fleurs peut varier de 7 à 11.......................... *E. tereticornis. E. leucoxylon. E. rudis. E. botryoides. E. diversicolor.*

f. Ombelles axillaires pluriflores, pouvant porter jusqu'à 25 fleurs ou plus :

1. Opercule 4 à 5 fois plus long que le tube du calice; étamines droites dans le bouton.................. *E. cornuta. E. Lehmanni.*

2. Opercule à peu près de même longueur que le tube du calice, ou plus court que lui; étamines infléchies dans le bouton.................................. *E. robusta. E. diversifolia. E. obliqua. E. amygdalina. E. rostrata. E. Risdoni. E. concolor.*

Inflorescence en panicules ou en corymbes terminaux, par le rapprochement des ombelles 3-5-7-flores.

1. Fruits gros (volume d'une noix moyenne)........ *E. calophylla.*
2. Fruits petits (volume d'un grain de poivre ou d'un petit pois).................................. *E. polyanthema. E. cinerea.*

Ce tableau synoptique ne s'applique qu'aux trente et une espèces décrites dans ce mémoire. Avec un plus grand nombre il devrait être modifié. Peut-être alors conviendrait-il de prendre, pour point de départ, un autre caractère que l'inflorescence.

a. — Fleurs solitaires, axillaires, nutantes.

1. EUCALYPTUS TETRAPTERA.

Turczaninow, in *Bull. Soc. nat. Moscou*, 1849, II, p. 22; F. von Müller, *Fragm.*, II, p. 34; Bentham, *Flor. Austr.*, III, p. 228; Müller, *Eucalyptographia*, fasc. II, nº 10. — *E. acutangula;* Turczanin., *Bull. de l'Acad. des sc. de Saint-Pétersbourg*, 1852, p. 418.

E. fruticosa; ramis supremis angulatis; foliis alternis, petiolatis, ovali-lanceolatis aut lanceolato-subfalcatis, sæpe apiculatis, insigniter coriaceis et rigidis; floribus (pro genere magnis) in axillis foliorum solitariis, cernuis, pedunculo applanato-dilatato; calyce acute quadrangulo aut fere quadrialato, breviter 4-dentato; operculo conico quam tubus calycinus breviore et angustiore; staminibus in alabastro introflexis, rubris; capsula profunde inclusa, 4-loculari; seminibus angulato-pyramidatis, exappendiculatis.

Buisson de 3 à 4 mètres, dont je ne connais pas l'état juvénile, mais que j'ai trouvé adulte et fleurissant dans la collection de M. Cordier à la Maison-Carrée, près d'Alger. Il est remarquable par l'épaisseur et la raideur de ses feuilles, longues de 8 à 12 centimètres, larges de 2 à 3, luisantes sur les deux faces, et surtout par la configuration de ses grosses fleurs à étamines rouges ou roses, solitaires et pendantes à l'extrémité d'un large pédoncule aplati et recourbé. Ces fleurs ont à peu près la grosseur de celles de l'*E. globulus*, mais avec le tube calicinal plus allongé; ce tube présente la forme d'une pyramide renversée, à quatre angles très saillants et tranchants, et qui se terminent par quatre petites dents sur le contour du bord supérieur. L'opercule, beaucoup plus étroit et plus court que le calice, est en forme de pyramide quadrangulaire surbaissée, dont les angles correspondent à ceux du tube calycinal. Le fruit, qui conserve la forme du calice, devient dur et ligneux en mûrissant, et la capsule, qui y est profondément incluse, s'ouvre par quatre petites valves qui n'atteignent pas le bord supérieur du calice.

Par sa petite taille, son feuillage ferme et luisant et surtout par ses fleurs curieuses de forme et brillantes de coloris, l'*E. tetraptera* mérite une place dans nos jardins d'agrément; ce sera probablement le seul service à en attendre.

b. — Fleurs en cymes triflores, axillaires, quelquefois solitaires par avortement des deux autres.

1° Etamines en quatre phalanges; bord du calice prolongé en une membrane quadrilobée.

2. EUCALYPTUS ERYTHROCORYS.

F. von Müller, *Fragm.*, II, p. 38; *Eucalyptographia*, fasc. I, n° 2; Bentham, *Flor. Austr.*, III, p. 258.

E. arbuscula aut frutex magnus; foliis (etiam in planta adulta) suboppositis, petiolatis, anguste lanceolatis, magis minusve falcatis, rigidis; umbellis axillaribus, 3-floris, pedunculo communi complanato; floribus (pro genere magnis) pedicello pariter applanato suffultis; calyce obverse pyramidali, tetrahedro, 4-dentato, longitudinaliter sulcato; operculo depresso, corrugato, apiculato, rubro; staminibus in phalanges quatuor cum lobis calycinis alternantes aggregatis, luteis aut aliquando purpurascentibus; fructu maximo, obovoideo-truncato, lignoso, obtuse angulato; capsula superne exserta et applanata, 4-loculari, breviter 4-valvi.

Cette espèce, remarquable et facile à distinguer de toutes les autres, ne m'est connue que par un seul exemplaire adulte et fleurissant de la collection de M. Cordier. C'est un petit arbre de 4 à 5 mètres, à rameaux rougeâtres, à longues feuilles lancéolées et acuminées, un peu courbées en faux, sinon tout à fait opposées, du moins fort rapprochées par paires. Les fleurs, au nombre de trois au sommet d'un pédoncule robuste, très aplati et un peu moins long que le pétiole de la feuille adjacente, sont à peu près de la grosseur de celles de l'*E. globulus*. L'opercule, très déprimé, beaucoup plus court que le tube du calice, obtusément carré comme lui, présente quatre rides qui vont se rejoindre au centre, où elles se prolongent en une petite tubérosité ou apicule obtus. Cet opercule est rouge ou rougeâtre, ce qui a valu à l'espèce le nom qu'elle porte. La forme du calice est insolite dans le genre; ses quatre angles principaux se terminent chacun par une courte dent et, après la chute de l'opercule, son bord supérieur s'étale en une sorte de membrane à quatre lobes obtus qui alternent avec les dents dont il vient d'être parlé et aussi avec les quatre phalanges ou groupes d'étamines; ces dernières sont tantôt jaunes, tantôt orangées ou même purpurines. Le fruit est remar-

quable par sa grosseur, qui dépasse souvent celle d'une forte noix; il est obovoïde ou en pyramide renversée, aussi large que long, relevé dans le sens longitudinal de douze angles presque effacés, et terminé supérieurement par la capsule aplatie et s'ouvrant par quatre valves plus courtes que la distance qui les sépare du pourtour calicinal, dépouillé alors de son prolongement membraneux. Les graines fertiles sont beaucoup plus grosses que les graines avortées.

L'*E. erythrocorys* ne peut être chez nous qu'un simple arbrisseau d'ornement.

2° Étamines uniformément distribuées; bord du calice tronqué, sans lobes.

†. — *Fruits presque de la grosseur d'une noix.*

3. EUCALYPTUS PREISSIANA.

Schauer, in *Lehm. Plant. Preiss.*, I, p. 131 (1844); Hooker, *Bot. Mag.*, tab 4266; Ferd. v n Müller, *Fragm.*, II, p. 38; *Eucalyptographia*, fasc. VIII, n° 5. — *E. plurilocularis* Müll. anterius in *Fragm.*, II, p. 70.

E. arbuscula aut frutex, ramulis compresso-tetragonis; foliis approximato-suboppositis oppositisve, petiolatis, ovali-oblongis, sæpius obtusis, coriaceis rigidisque; cymis axillaribus, trifloris, pedunculo communi complanato et marginibus subalato; floribus singulis sessilibus, tubo calycino obverse conico, operculo hemisphærico obtuso aut breviter apiculato; staminibus luteis; fructu turbinato, sublignoso, extus lævi; capsula inclusa, sæpius 5-loculari, valvis brevibus deltoideis aperta; seminibus exappendiculatis.

Arbrisseau de 4 à 5 mètres, mais fleurissant sous une moindre taille, et que je n'ai encore vu adulte, comme les précédents, que dans la collection de M. Cordier, près d'Alger. Ses feuilles, raides et coriaces, longues de 7 à 10 centimètres sur 2 à 3 de largeur, et toujours pétiolées, sont tantôt opposées, tantôt presque opposées par rapprochement. Les fleurs, normalement au nombre de trois, et sessiles au sommet d'un robuste pédoncule commun, aplati et plus court que le pétiole de la feuille adjacente, sont presque aussi grosses que celles de l'*E. globulus*, mais avec une forme sensiblement différente et sans pulvérulence. Le tube du calice est obovoïde-conique ou en cône renversé, lisse à l'extérieur comme l'opercule, qui est bombé, hémisphérique, obtus ou courtement apiculé. Le fruit,

ligneux et dur, de forme obconique, largement ouvert au sommet, avec un rebord épais, approche pour la grosseur d'une noix moyenne. Les graines fertiles, peu nombreuses, sont grosses pour le genre, de forme irrégulière et sans appendices.

L'*E. Preissiana* n'a pour nous d'autre intérêt que comme arbrisseau décoratif par son feuillage persistant et par ses fleurs (filets des étamines) d'un jaune pâle. Sa petite taille permettra de l'élever en caisse dans une orangerie de moyenne hauteur; on en trouve une bonne figure coloriée dans le *Botanical Magazine*, pl. 4266.

4. EUCALYPTUS MEGACARPA.

F. von Müller, *Fragm. phytogr. austr.*, II, p. 70 (1860); *Eucalyptographia*, fasc. VI, n° 3; Benth., *Flor. Austr.*, III, p. 232.

E. arborea, ut plurimum mediocris altitudinis; foliis (in arbore adulta) alternis, petiolatis, ovato-lanceolatis lanceolatisve, rectis aut modice falcatis, rigidulis; umbellis axillaribus trifloris, pedunculo communi breviusculo apice dilatato; floribus singulis sessilibus, majusculis, calyce turbinato, operculo fere hemisphærico et apiculato; fructu hemisphærico-truncato, capsula tubum calycinum paulo superante, applanata, lignosa, 5-6-loculari, valvis brevibus obtusis adpressis aperta.

Cette espèce a quelque analogie avec l'*E. globulus*, dont il sera d'ailleurs facile de la distinguer aux caractères suivants. Ce n'est plus un grand arbre comme ce dernier; rarement elle atteint 20 à 25 mètres de hauteur, souvent même elle s'arrête à la taille d'un grand arbrisseau. A l'état juvénile sa tige et ses rameaux sont cylindriques ou à peine et obtusément anguleux, sans efflorescence blanche comme dans l'*E. globulus*. Les premières feuilles (huit ou dix, plus ou moins) sont opposées, sessiles, elliptiques, un peu grandes, d'un vert foncé ou à peine glaucescentes; celles qui suivent deviennent insensiblement ovales ou ovales-lancéolées en même temps qu'alternes et pétiolées. De plus en plus aussi elles tendent à placer leur limbe dans un sens vertical. A l'âge tout à fait adulte elles sont plus étroites, légèrement courbées en faux et un peu luisantes sur les deux faces.

Les fleurs sont de moitié moins grosses que celles de l'*E. globulus*, qui d'ailleurs varie notablement sous ce rapport, ainsi que nous le verrons plus loin; elles sont normalement au nombre de trois et ses-

siles au sommet de leur pédoncule commun, qui est très élargi du haut et plus court que le pétiole de la feuille adjacente. Le tube du calice et l'opercule sont presque lisses ou très finement rugueux; dans aucun cas ils ne sont relevés de côtes et d'aspérités comme dans l'*E. globulus*, et sont dépourvus de l'efflorescence cireuse qui blanchit ceux de ce dernier. Le fruit est presque aussi gros que celui de l'*E. globulus*, mais plus court, plus hémisphérique et surtout plus lisse. La capsule fait une légère saillie au-dessus du pourtour calicinal, et, comme ses valves sont courtes et s'écartent seulement à la maturité sans se redresser, il en résulte une déhiscence en forme d'étoile à cinq ou six branches et qui est très caractéristique.

D'après le baron Ferdinand Müller, on aurait quelquefois rencontré des sujets d'*E. megacarpa* hauts d'une trentaine de mètres; lui-même en a mesuré dont le tronc avait, au niveau du sol, jusqu'à 1 mètre de diamètre, mais ces grands échantillons ne se montrent que dans les sols exceptionnellement fertiles et naturellement irrigués. Nous manquons de renseignements sur les usages auxquels son bois pourrait être employé. Sa croissance d'ailleurs est assez lente, si nous en jugeons par les jeunes exemplaires que nous possédons à la villa Thuret. L'arbre à peu près adulte, fleurissant et mûrissant des graines, existe dans la collection de M. Cordier et aussi dans celle du baron Vincenzo Ricasoli, près de Florence.

5. EUCALYPTUS GLOBULUS.

Labillardière, *Voyage*, t. I, p. 153, tab. 13, et *Plant. Nov. Holl.*, II, p. 121; De Candolle, *Prodr.*, III, p. 220; Benth., *Flor. Austr.*, III, p. 225; F. von Müll., *Lithogr. suppl.*, tab. XVI, et *Eucalyptographia*, fasc. VI, nº 2, multisque aliis locis.

E. arborea, ingens; cortice vetustiore in pannos secedente; foliis (in arbore adulta et florente) coriaceis, ovato-lanceolatis, lanceolatisve, falcatis, acutis; inflorescentia axillari, nunc 1-flora nunc 3-flora, subsessili aut breviter pedunculata, alabastris turbinatis sæpius 4-angulatis aut costatis, verrucosis, pruinoso-albentibus; operculo depresso, umbonato; floribus pro genere magnis; fructu turbinato; capsula sursum applanata, oram calycinam attingente, sæpius 5-loculari. Semina angulata, irregularia, exappendiculata.

Arbre de très grande taille, de croissance rapide et essentiellement biforme. A l'état juvénile, c'est-à-dire pendant les deux ou trois pre-

mières années, c'est un arbrisseau de forme pyramidale, à rameaux étalés, tétragones et même presque quadriailés, pruineux et blanchâtres comme les feuilles, qui sont opposées, sessiles, embrassantes par leur base, ovales ou ovales-oblongues, et qui exhalent par le froissement une forte odeur de camphre. A l'état adulte, les rameaux sont à peine anguleux ou presque cylindriques; les feuilles alternes, pétiolées, ordinairement grandes (20 à 25 et quelquefois 30 centimètres de longueur sur 3 à 5 de largeur), épaisses, coriaces, falciformes, d'une verdure grisâtre, mais non pruineuses ni aussi odorantes que celles du premier âge. L'inflorescence est normalement une cyme triflore, presque sessile, mais souvent elle se réduit à une seule fleur, qui est relativement très grosse. Le bouton, en forme de toupie, plus ou moins anguleux ou verruqueux, pruineux et blanchâtre, est couvert par un large opercule déprimé surmonté d'une protubérance plus ou moins saillante et obtuse. Les fleurs ouvertes, larges de 2 à 3 centimètres, sont blanches, mais fréquemment elles prennent une teinte rosée en vieillissant. Le fruit mûr, qui n'est guère plus gros qu'au moment de la floraison et qui conserve la même forme, est dur et ligneux. La capsule, très aplatie en dessus, affleure le bord épaissi du calice et s'ouvre par quatre ou cinq fentes, quelquefois par six, qui correspondent à autant de loges ovariennes. Une noix moyenne, qui serait coupée transversalement par le milieu, donnerait, par chacune de ses moitiés, une idée très approchée de la grosseur de ce fruit. Les graines fertiles sont noires, anguleuses, de forme irrégulière et sans appendices. A leur volume et à leur couleur foncée on les distingue aisément des fausses graines, beaucoup plus étroites et de couleur roussâtre.

L'*E. globulus*, l'arbre classique du genre et qui, pour bien des personnes encore, représente le genre tout entier, est une des espèces dont le développement est le plus rapide. Dans un sol de qualité moyenne, profond et conservant en toute saison un peu d'humidité, il atteint aisément 15 à 16 mètres de hauteur en dix ou douze ans. A vingt-cinq ans, sa taille a presque doublé, et la circonférence du tronc, à hauteur d'homme, peut dépasser 3 mètres. Certains individus commencent à fleurir à la quatrième ou à la cinquième année; d'autres ne le font que plusieurs années plus tard. En arrivant à ce que nous appelons l'âge adulte, soit vers cinq ou six ans, l'*E. globulus*, comme beaucoup d'autres de ses congénères, se dépouille des couches extérieures de son écorce, qui se détachent en grandes loques roussâtres ou de couleur cannelle et laissent le tronc parfaitement lisse. Suivant le lieu où il croît, suivant qu'il est isolé ou planté en massif, l'arbre prend une forme trapue par le développement

exagéré des branches latérales, ou une forme élancée, rectiligne, sans grosses branches, beaucoup plus avantageuse que la première pour la production du bois d'œuvre; c'est elle d'ailleurs qui est la plus ordinaire, même quand les arbres sont plantés isolément; néanmoins il y aurait tout avantage à ce qu'ils fussent rapprochés les uns des autres, à des distances suffisantes toutefois, pour se défendre mutuellement contre les vents et pour modérer le développement des branches sans nuire à celui de la tige.

On ne sait pas encore exactement à quel âge correspond la maturité du bois de l'*Eucalyptus globulus*, ou, en d'autres termes, quelle serait l'époque la plus favorable pour l'exploitation d'un massif de cette essence. Il est évident que, coupé trop jeune, le bois incomplètement formé ne peut pas avoir les qualités qui le distingueront plus tard, la dureté, la densité, la longue résistance aux agents de destruction. On a cependant quelques raisons de croire que des arbres arrivés à leur vingtième année fourniraient une exploitation avantageuse. A six ou sept ans, un *E. globulus* bien venu peut donner une solive ou un poteau de télégraphe électrique, mais il faudrait l'injecter de créosote ou de sulfate de cuivre pour en prolonger la durée.

C'est un des premiers Eucalyptus qui aient été introduits en Europe et celui qui est aujourd'hui cultivé sur la plus vaste échelle; il abonde dans la basse Provence, de Toulon à Menton, en Espagne, en Italie, dans le nord de l'Afrique et jusqu'en Californie, où d'immenses plantations en ont été faites. Il en existe quelques sujets isolés en Roussillon, mais il y souffre du froid au nord de Perpignan, et on a vainement tenté de le naturaliser aux alentours de Narbonne, à Béziers, à Montpellier, à Cette, à Bordeaux, etc. Dans toutes ces localités il succombe à la gelée. En somme, il n'a réussi et ne peut réussir que là où l'oranger passe impunément l'hiver à l'air libre et où le thermomètre centigrade ne descend que rarement à 6 ou 7 degrés au-dessous de zéro.

A tout prendre, l'*E. globulus* est un arbre précieux, et la réputation qu'on lui a faite d'assainir les pays insalubres et d'empêcher le développement des fièvres palustres, si elle a été un peu exagérée, n'est cependant pas tout à fait usurpée. La puissante succion exercée par ses racines dans les terres imbibées d'eau stagnante ne saurait rester sans effet, et on en a eu souvent la preuve en Algérie; on croit même que les émanations balsamiques qu'il répand dans l'air ont le pouvoir de détruire les miasmes qui naissent des sols marécageux; ce point toutefois reste à vérifier. Ce qui paraît mieux établi, c'est la propriété antifébrile des infusions de ses feuilles, signalée pour la première fois par un médecin espagnol, le Dr Tristany, et confirmée

depuis par beaucoup de médecins français et étrangers, parmi lesquels il suffira de citer les Drs Brunel (de Toulon), Gimbert (de Cannes), Carlotti et Tedeschi (d'Ajaccio), Bertherand et Miergues (d'Alger), Gubler (de Paris), Castan (de Montpellier) et Lorinser, de Vienne en Autriche (1). La pharmacie ne pouvait pas manquer de s'emparer de ce nouveau médicament, qu'elle a exploité sous diverses dénominations. Les vertus curatives de l'Eucalyptus avaient même tellement frappé les esprits, qu'on a préconisé, comme remède aux phtisies commençantes, le séjour dans des bosquets d'Eucalyptus. Quoique l'expérience n'en ait pas été faite, il n'est pas déraisonnable de penser que les émanations de ces arbres exerceraient sur les malades la même influence salutaire que celles des forêts d'arbres résineux. Toujours est-il que les huiles essentielles des Eucalyptus sont éminemment antiseptiques, et qu'elles peuvent être employées dans les hôpitaux aux mêmes usages que l'acide phénique et la créosote. De nouvelles expériences nosocomiales confirmeront peut-être ces premières vues (2).

(1) La première idée de faire servir les Myrtacées d'Australie, et en particulier les Eucalyptus, à l'assainissement des pays marécageux et fiévreux, est due à un riche colon de la Nouvelle-Galles du Sud, sir William Mac-Arthur, de Sydney, qui, dès 1861, exposa ses vues sur ce point dans une lettre adressée à M. Decaisne, alors professeur de culture au Muséum d'histoire naturelle. J'ai publié la traduction de cette lettre dans la *Revue horticole* de la même année, p. 205.

Après M. Mac-Arthur, ou peut-être en même temps, M. Ferd. Müller, directeur du Jardin botanique de Melbourne, conçut les mêmes idées, et, avec une persévérance et un dévouement au-dessus de tout éloge, il distribua en France, en Algérie et ailleurs, d'immenses quantités de graines d'Eucalyptus, soit directement, soit par des intermédiaires plus ou moins intéressés. Parmi ces derniers, nous devons citer M. Ramel, qui a activement secondé M. Ferd. Müller en Algérie. N'oublions pas cependant que, si l'attention a été éveillée sur l'utilité des plantations d'Eucalyptus en Algérie et en Europe, et si elles y ont été possibles, c'est avant tout et presque uniquement à l'illustre et généreux botaniste de Melbourne que nous le devons.

(2) Si la nouvelle théorie microbienne de la phtisie se confirmait, on y trouverait peut-être l'explication des bons résultats qu'on a obtenus quelquefois, dans le traitement de cette cruelle maladie, des produits résineux de nos conifères et de quelques autres arbres. Bien des médecins croient aujourd'hui à la contagion de la phtisie, et d'habiles observateurs micrographes affirment avoir découvert le microbe, de nature végétale (?), qui la produit. Des expériences répétées, faites sur divers animaux, d'après les méthodes inventées par M. Pasteur, semblent ne pas laisser de doute sur la transmissibilité de la maladie par ce micro-organisme. Si les diverses préparations de la résine et du goudron ont réellement le pouvoir de le détruire, il n'est pas impossible qu'on trouve

L'*E. globulus* arrive, avec les années, à la taille colossale de 70 à 90 mètres et quelquefois davantage, car les voyageurs qui ont parcouru la Tasmanie en citent de plus de 100 mètres. Cependant, si fortes que soient ses proportions, il est encore dépassé, au dire de M. Ferdinand Müller, par quelques autres espèces, telles que l'*E. viminalis*, l'*E. amygdalina* et l'*E. diversicolor;* mais il a sur eux l'avantage de croître plus rapidement et de mieux s'accommoder de toutes les natures de sol, hormis les terrains salés ou ceux qui renferment une trop forte proportion de chaux. Il aime les terres profondes et il préfère celles qui sont un peu humides aux sols arides et rocailleux; mais là encore, après avoir souffert pendant les premières années, il finit par prendre le dessus et arrive à des proportions considérables. C'est d'ailleurs une des espèces du genre les plus faciles à élever, une de celles dont le premier âge court le moins de risques, et le jeune plant, de quelque manière que le semis ait été fait, prospère également bien en pleine terre et en pots. Cette facilité de l'élevage a certainement contribué à sa multiplication par les horticulteurs marchands et à son adoption par les propriétaires amateurs.

De même que la plupart de ses congénères, l'*E. globulus* est sujet à varier; cependant ses caractères sont assez tranchés pour qu'on ne soit pas exposé à le confondre avec un autre. Sa variété la plus remarquable, parmi celles qui me sont connues, est celle qu'on trouve désignée, dans quelques jardins, sous le nom de *pseudo-globulus;* elle ne diffère du type que par la petitesse relative de ses fleurs et de ses fruits. Ces derniers, arrivés à maturité, n'ont guère que le volume d'une noisette ordinaire; pour tout le reste les deux arbres se ressemblent. Je n'insiste pas sur les petites variations individuelles qui naissent sous l'influence de causes toutes locales, et qui sont surtout sensibles dans la période juvénile; cependant elles sont quelquefois si prononcées, qu'on a quelque peine, au premier abord, à reconnaître l'espèce.

Tous les Eucalyptus contiennent du tannin dans leurs feuilles et dans leurs écorces, mais en proportions très différentes, suivant les espèces. Les écorces, qui se détachent naturellement du tronc et des branches, comme chez les *E. globulus*, *viminalis*, *Gunnii*, etc., pourraient être utilisées au tannage des cuirs, et cela avec d'autant plus de raison qu'on n'aurait que la peine de les ramasser à terre sans faire subir de mutilations aux arbres. Il semble donc qu'il y ait encore là une source de profit sur laquelle il n'est pas hors de propos d'appeler l'attention des arboriculteurs.

un jour dans quelque espèce d'Eucalyptus un médicament analogue, doué d'autant ou de plus d'efficacité. Il y a là un intéressant sujet de recherches.

L'*E. globulus* a été découvert en 1792, dans l'île de Van-Diemen, ou Tasmanie, par le voyageur français Labillardière, qui faisait partie de l'expédition envoyée à la recherche de Lapeyrouse. Depuis son introduction en Europe (1), il a fourni matière à un grand nombre de mémoires et de notes insérés dans les journaux d'agriculture et d'horticulture, et surtout dans les bulletins de la Société d'acclimatation. Ces notes feraient un volume, et la liste en serait trop longue pour que je puisse la donner ici; je me contenterai de signaler au lecteur intéressé dans la question les opuscules suivants : *La culture de l'Eucalyptus en Corse*, deux brochures, l'une datée de 1866, l'autre de 1877, par le Dr Regulus Carlotti; *L'Eucalyptus en Algérie*, par M. Cordier, 1876; *Boisements dans le désert et colonisation au moyen de l'Eucalyptus*, 1869; *Accroissement et valeur progressive de l'Eucalyptus*, 1871; *Rôle de l'Eucalyptus en Algérie*, 1876; *Note sur l'Eucalyptus*, 1878, par M. Trottier. On consultera encore avec fruit le *Guide du planteur d'Eucalyptus*, par M. Certeux, membre de la Société d'agriculture d'Alger; *L'Eucalyptus, son introduction, sa culture, ses propriétés, ses usages*, par M. Raveret-Wattel, brochure qui a eu deux éditions; *L'Eucalyptus et ses applications industrielles*, 1877, par M. Félix Martin, ingénieur des ponts et chaussées; *L'Eucalyptus à la colonie des Trois-Fontaines*, près de Rome, par M. E. Meaume. Parmi les mémoires écrits à l'étranger, je me bornerai à citer les deux plus importants : *L'Eucalyptus e Roma* et *La malaria in Italia*, de M. le sénateur Torelli, un des plus ardents promoteurs de la culture des Eucalyptus dans les régions désolées par la fièvre en Italie.

(1) On n'est pas exactement fixé sur la date de l'introduction de l'*Eucalyptus globulus* dans les jardins de l'Europe; on sait seulement qu'en 1829 il était cultivé au jardin botanique de Naples, dont le directeur, le baron Vincenzo Cesati, en avait reçu les graines du botaniste Denhardt. Il y portait le nom d'*E. gigantea*, ce qui peut faire supposer qu'il y avait déjà atteint une taille considérable. Vers la même époque (en 1828), De Candolle décrivait, dans le tome III du *Prodrome*, p. 221, un *E. glauca* observé par lui dans le jardin du célèbre horticulteur parisien Noisette, et qui n'était, selon toute vraisemblance, que la forme juvénile de l'*E. globulus*. On en peut dire autant de l'*E. perfoliata*, cité dans le *Nomenclator botanicus* de Steudel, et d'un autre *E. perfoliata* décrit par Link dans l'*Enumeratio Horti Berolinensis*, t. III, p. 31. A cette époque personne ne soupçonnait encore l'importance que cet arbre devait avoir dans la culture industrielle; c'est seulement en 1852 que M. F. Müller, parcourant les forêts d'Eucalyptus de la colonie de Victoria, reconnut la valeur de l'arbre et eut la première idée de le faire servir aux reboisements dans le midi de l'Europe. A partir de ce moment commencèrent les envois de graines de ce grand propagateur des Eucalyptus.

Ce qui nous intéresse le plus directement aujourd'hui dans la culture des Eucalyptus, c'est la production rapide du bois, et, sous ce rapport, l'*E. globulus* se place dans les premiers rangs (1). Son bois est compact, lourd, très fort et de longue durée quand il est arrivé à maturité ; ses fibres, entrelacées et plus ou moins spiralées, le rendent impropre à la fente, mais elles lui donnent une grande résistance qui en fait un bois précieux pour tous les emplois de grande charpente, les constructions navales, le charronnage, etc. On a prétendu que, par suite de la disposition de ses fibres, il se prêtait mal aux ouvrages de menuiserie et d'ébénisterie ; mais un industriel de Choisy-le-Roi, M. Bouchereau, qui le premier en France en a fait l'essai, a démontré que ce reproche était sans fondement et qu'il suffisait de quelques précautions très simples pour rendre ce bois aussi facile à travailler que tout autre (2). A ces qualités ajoutons

(1) Quelques autres espèces croissent presque aussi vite, peut-être même plus vite que le *globulus*. Nous en possédons une, à la villa Thuret, qui, à sa quatrième année, atteint déjà une dizaine de mètres de hauteur sur plus de $0^m,30$ de circonférence à quelques centimètres au-dessus du sol, dépassant très notablement en taille et en grosseur les *E. globulus* de même âge. Ce bel arbre est resté complètement indemne pendant les froids peu ordinaires de l'hiver dernier, qui ont maltraité plusieurs autres espèces d'Eucalyptus. Malheureusement, comme il n'a pas encore fleuri, il m'est impossible actuellement d'en désigner l'espèce.

(2) Voici ce que dit M. Bouchereau dans une lettre adressée à M. le secrétaire général de la Société d'acclimatation : « L'Eucalyptus est un arbre un peu tortillard, mais il n'est pas le seul qui ait ce défaut ; le Poirier, entre autres, pousse presque toujours en spirale, ce qui ne l'empêche pas d'être employé dans la confection des meubles les plus riches.

» Le Noyer et l'Acajou ont les fibres en contre-sens, comme l'Eucalyptus, et c'est ce qui en fait la valeur.

» Le Sapin, un des bois les plus tendres, a aussi tellement de contre-sens, qu'il est presque impossible de raboter une planche de deux mètres sans changer le fil trois ou quatre fois, et les nœuds sont si durs, que bien des fois ils ont blessé et aveuglé les ouvriers qui les travaillaient.

» Presque tous les bois ont leurs défauts, et il est toujours facile d'y remédier.

» L'Eucalyptus pousse très vite ; pendant cette croissance si prompte il fait une consommation d'eau énorme. Il est donc très compréhensible que, si l'on abat ces arbres en pleine sécheresse et qu'on les laisse exposés au vent et au soleil, complètement privés de leur nourriture essentielle, ils se détérioreront bien plus vite que les autres, car tout le monde sait que la végétation ne s'arrêtera pas immédiatement parce qu'ils sont séparés des racines, et que bien des fois des arbres ont donné des feuilles cinq ou six mois après leur abatage.

» Mais si, au lieu d'abattre les arbres en été, on le fait en hiver, vers Noël par exemple, comme on doit le faire ordinairement quand la végétation est

celle d'être un excellent combustible et, comme nous l'avons vu plus haut, la production du combustible est presque aussi importante aujourd'hui que celle du bois d'œuvre.

††. — *Fruits petits (à peu près de la grosseur d'un pois).*

6. EUCALYPTUS VIMINALIS.

Labillardière, *Plant. Nov. Holl.*, II, tab. 151 (ex Benthamio); DC. *Prodr.*, III, p. 218; Benth., *Flor. Austr.*, III, p. 239 *partim;* F. Müll., *Fragm.*, II, p. 64, *partim*, et in *Select Plants*, 131. — *E. pendula* Hort. — Vulgo *White gum tree* et *Manna gum tree.*

E. arborea, excelsa; cortice vetustiore in pannos delabente; foliis anguste lanceolatis, rectis aut subfalcatis, pendulis; cymis axillaribus, breviter pedunculatis, erectis, trifloris; floribus singulis subsessilibus, operculo apiculato; fructibus lævibus, pyriformi-truncatis, crassitudine pisi minoris; capsula tubum calycinum nonnihil superante, 3-4-loculari.

Arbre biforme et très variable à tous les âges. A l'état juvénile ses rameaux sont grêles, subcylindriques, souvent teints de rouge ainsi que la nervure des feuilles, qui sont opposées, décussées, sessiles, quelquefois embrassantes par leur base, ovales-oblongues, souvent allongées et presque linéaires, longues de 5 à 8 centimètres sur 6 à 12 millimètres de large, tantôt aiguës, tantôt obtuses, vertes ou glau-

complètement arrêtée, et qu'aussitôt on les ouvre par le cœur de manière à les tuer plus vite et à empêcher tout retour de la sève, et qu'après cette opération les morceaux soient mis dans un endroit humide ou encore dans une mare d'eau, on peut être assuré que le bois en sera bien sain, non crevassé, facile à travailler, et aura conservé toute sa partie résistante.

» J'ai chez moi, à Choisy, des Eucalyptus venant du jardin de la Société d'acclimatation d'Hyères. Ces arbres, traités par le moyen sus-indiqué, m'ont donné de très bons résultats, et quelques-uns ont déjà servi à faire des meubles qui, fabriqués depuis plus d'un an, n'ont aucunement travaillé. Ils ont pourtant été faits avec du bois dont le semis datait seulement de 1869. Quelques-uns avaient près de 50 centimètres de diamètre, et faisaient deux stères de bois en grume. A cet âge (onze ans) les autres arbres servent à peine à faire des tuteurs.

» C'est pourquoi, connaissant ses qualités, je ne pouvais pas laisser sous le poids d'une accusation qu'il ne mérite pas un bois qui peut rendre tant de services et duquel on peut tirer un si grand parti. » (Extrait du *Bulletin de la Société d'acclimatation*, numéro de février 1882, p. 116.)

cescentes, et quelquefois rougeâtres suivant les individus. Les cotylédons présentent un caractère qui n'est pas commun dans le genre : c'est d'être profondément bifides ou même bipartis, à lobes étroits ou divergents; cependant on trouve dans les semis des individus où ce caractère est presque effacé, et dont les cotylédons sont simplement échancrés. Peut-être y a-t-il eu, dans ce cas, mélange de graines d'espèces différentes.

L'arbre paraît moins variable à l'âge adulte qu'à l'état jeune, quoiqu'il varie encore notablement. Ses feuilles sont alors alternes, un peu courtement pétiolées, étroitement lancéolées, fermes, pendantes, peu ou point courbées en faux, un peu luisantes, d'une verdure pâle, tirant même quelquefois légèrement sur le jaune. Il n'est pas rare de voir reparaître çà et là, sur le tronc et les branches, des rameaux qui reprennent la forme juvénile, c'est-à-dire à feuilles plus ou moins opposées et sessiles, et qui néanmoins fleurissent comme ceux de la forme adulte (1).

Le caractère le plus distinctif de l'*E. viminalis* est son inflorescence, qui, dans l'immense majorité des cas, est une ombelle ou plutôt une petite cyme 3-flore, portée sur un court pédoncule, au sommet duquel les fleurs sont presque sessiles. Au moment de s'ouvrir, les boutons sont ovoïdes, de la grosseur d'un petit pois, lisses, à opercule conique, de même longueur à peu près que le tube calicinal. Les fleurs (filets staminaux) sont blanches et odorantes. Le fruit, à peine plus gros qu'il ne l'était au moment de la floraison, est turbiné ou obovoïde, et la capsule, tantôt presque incluse, tantôt saillante au-dessus du tube calicinal, s'ouvre par trois ou quatre fentes qui correspondent à autant de loges de l'ovaire.

L'*E. viminalis* est une des espèces qui ont le plus embarrassé les botanistes, et on ne peut pas encore en déterminer exactement les

(1) Ce phénomène de régression est tout à fait analogue à celui qu'on observe sur quelques espèces d'Acacias australiens, l'*A. melanoxylon* par exemple, où l'on voit fréquemment les phyllodes caractéristiques de l'âge adulte remplacés par des feuilles composées, toutes semblables à celles qui ont immédiatement succédé aux cotylédons. On peut supposer que des feuilles composées sont l'état normal des Acacias, et que la forme phyllodaire n'est venue qu'après coup, en vue d'une adaptation spéciale au climat australien. Si l'on appliquait cette hypothèse aux Eucalyptus, on pourrait dire que les feuilles opposées et plus ou moins sessiles du premier âge sont l'état normal de la végétation de ces arbres, et que les longues feuilles coriaces de l'âge adulte, si semblables souvent à des phyllodes, sont un expédient auquel la nature a recours pour faire face à des nécessités locales. Il y a d'ailleurs quelques espèces d'Eucalyptus qui, ainsi que nous l'avons dit plus haut, conservent indéfiniment les feuilles opposées et quelquefois connées du premier âge.

limites (1). Il me paraît cependant qu'on a dans les cymes triflores, toujours dressées et courtement pédonculées, un repère assez certain, bien que, dans des cas assez rares, on y trouve une ou deux fleurs de plus. Il y a, comme nous l'avons vu ci-dessus, d'autres Eucalyptus dont les inflorescences sont également composées de trois fleurs, mais ils ont des caractères qui les font aisément distinguer de celui-ci. Dans tous les cas on ne pourra pas le confondre avec les espèces à ombelles septiflores, quoique quelques-unes (*E. Gunnii*, *E. goniocalyx* etc.) lui ressemblent par la taille et le port.

Il existe dans quelques jardins, sous le nom d'*E. pendula*, une variété du *viminalis* qui ne me paraît différer par rien d'essentiel du type de l'espèce. L'*E. pendula* de Cunningham rentre, d'après M. Bentham, dans l'espèce de l'*E. bicolor*, avec lequel le *viminalis* ne sera jamais confondu. Ce nom doit donc disparaître de la nomenclature.

L'*E. viminalis* est un arbre de la plus grande taille (jusqu'à 100 mètres et plus), mais qui s'arrête aussi aux proportions d'un arbre moyen, ce qui tient aux diversités du sol (2). De même que l'*E. globulus*, il se dépouille des couches extérieures de son écorce, qui, de loin en loin, tombe en grandes loques, laissant le tronc lisse, presque

(1) On se fera une idée de la confusion qui a régné et règne encore en partie au sujet de cette espèce par la synonymie suivante : M. Bentham la confond avec l'*E. diversifolia* de Bonpland (*Malmaison*, p. 35, pl. XIII), qui est une des espèces les mieux caractérisées; il lui rattache l'*E. elata* de Denhardt (Walp., *Repert.*, II, p. 163), rapprochement bien douteux; l'*E. mannifera* de Cunningham (Walp., *l. c.*), dont il est dit que les feuilles sont verticillées; l'*E. persicifolia* de Loddiges (*Bot. cab.*, VI, n° 501), que, malgré l'insuffisance de la figure et de la description, je crois pouvoir rapprocher de l'*E. melliodora* plus que de tout autre. Ce serait aussi, toujours d'après M. Bentham, l'*E. granularis* de Sieber, l'*E. pilularis* de De Candolle (non celui de Smith), l'*E. patentiflora* de F. Müller (*Fragm.*, II, p. 64), l'*E. fabrorum* de Schlechtendal (*Linnæa*, XX, p. 656), enfin l'*E. Gunnii* de Miquel (*Ned. Kruidk. Arch.*, IV, p. 126). J'ajoute à cela que l'*E. viminalis* se trouve dans quelques jardins sous le nom d'*amygdalina*. Cette synonymie compliquée n'a pas lieu de surprendre quand on sait combien sont grandes les variations de certains *Eucalyptus*, et qu'on se rappelle que les auteurs de ces descriptions n'ont vu pour la plupart que des fragments de plantes sèches, absolument insuffisants pour caractériser leurs espèces.

(2) Plusieurs exemplaires de la collection de la villa Thuret, âgés aujourd'hui de vingt ans, ont de 20 à 25 mètres de hauteur sur 1m,50 à 2 mètres de circonférence à hauteur d'homme. Je fais remarquer que ces arbres, plantés dans un bois de chênes très touffu, n'ont certainement pas pris tout le développement qu'ils auraient eu dans de meilleures conditions.

blanc, puis légèrement roussâtre. Ses derniers rameaux sont menus et pendants, ainsi que le feuillage, dont la teinte est d'une verdure plus claire que celle du *globulus*. Son bois, quoique inférieur à celui de plusieurs autres Eucalyptus, est néanmoins fort employé dans les constructions rurales, l'outillage agricole, le chauffage, etc. L'espèce est répandue sur une vaste étendue de pays, dans la Nouvelle-Galles du Sud, la colonie de Victoria et surtout en Tasmanie, où elle abonde, d'après Robert Brown et sir Joseph Hooker, jusqu'à plus de 1000 mètres d'altitude, ce qui explique sa rusticité relative. C'est ainsi que, dans la Haute-Italie, on l'a vu rester indemne dans des hivers où le thermomètre centigrade descendait momentanément à 9 ou 10 degrés au-dessous de zéro. Un cas plus remarquable de sa rusticité est rapporté par le *Gardener's Chronicle* (1876, n° de mars, p. 368), c'est celui d'un arbre situé dans le comté d'East-Lothian, à quelques lieues d'Édimbourg, sous le 56° degré de latitude, qui, après avoir passé vingt-sept hivers sans souffrir sensiblement, fut fort maltraité en 1861 par une gelée tardive. Rabattu à 3 mètres du sol, il repoussa plusieurs branches, dont les deux principales avaient atteint, en 1876, de 15 à 16 mètres de longueur. La souche, à quelques centimètres du sol, avait alors plus de 2 mètres de tour. Il est visible par là que l'*E. viminalis* est du petit nombre des espèces du genre dont la culture pourra être tentée, avec quelque chance de succès, dans les parties les plus tempérées de l'ouest de la France, les landes de Bordeaux, la Bretagne et la presqu'île du Cotentin.

c. — Fleurs et ombelles axillaires ordinairement 3-flores; quelquefois 5-9-flores, longuement pédonculées, et nutantes.

7. EUCALYPTUS LONGIFOLIA

Link, *Enum. Plant. Berol.*, II, p. 29 (1822); Link et Otto, *Icones Hort. bot. Berol.*, tab. 45 (ex Müllero); DC., *Prod.*, III, p. 216; Bentham, *Flor. Austr.*, III, p. 227; F. Müll., *Eucalyptogr.*, II, n° 4. — *E. Woolsii* F. Müll., *Fragm.*, II, p. 50. — Non *E. longifolia Bot. Reg.*, tab. 947. — Vulgo *Woolly Butt.*

E. arborea; cortice persistente; foliis alternis, anguste lanceolatis, acutis, magis minusve falcatis coriaceisque; umbellis axillaribus, sæpius 3-floris, nonnunquam 5-7-floris, raro 9-floris, pro genere longe et graciliter pedunculatis, nutantibus aut cernuis; floribus majusculis, longiuscule pedicellatis; calycis tubo turbinato, obtuse angulato; operculo conico et acuto, tubum longitudine ut plurimum superante; fructibus pyri-

formi-truncatis, sæpe costulatis; capsula inclusa, 3-4-5-loculari.

Cet arbre, le *Woolly Butt* des colons australiens, et qu'on peut ranger dans le groupe des *uniformes* (les six ou huit premières feuilles seules étant opposées et sessiles ou subsessiles), est déjà assez commun dans les cultures de la Provence et de l'Algérie, où j'en ai vu des sujets, âgés de huit à dix ans, hauts de 14 à 15 mètres, fleurissant et produisant des graines. Il existe aussi en Italie, dans la collection du baron Ricasoli, à Florence. A cet âge l'écorce est lisse, d'une teinte grisâtre uniforme, ce qui permet de le distinguer au premier coup d'œil de l'*E. leucoxylon*, avec lequel il serait facile de le confondre si l'on ne considérait que le feuillage et le port. Les feuilles, étroitement lancéolées et plus ou moins courbées en faux, varient en longueur de 10 à 20 centimètres sur 1 à 2 en largeur. Leurs nervures latérales, fines et peu visibles, sont fort rapprochées et très divergentes d'avec la nervure médiane. Les inflorescences et les fruits sont surtout caractéristiques, quoique ayant une certaine ressemblance avec ceux du *leucoxylon*. Les ombelles, habituellement 3-flores, assez souvent aussi 5-flores et plus rarement 7-9-flores, sont portées par des pédoncules grêles, ordinairement plus longs que le pétiole de la feuille adjacente et qui se courbent sous le poids des fleurs, elles-mêmes un peu longuement pédicellées; au moment de s'ouvrir elles ont près de 2 centimètres de longueur, y compris l'opercule, qui est presque deux fois aussi long que le tube du calice; ce tube est en forme de cône renversé, assez souvent un peu anguleux ou même relevé de deux ou trois côtes, qui deviendront plus saillantes sur le fruit.

Ce dernier, arrivé à maturité, est très caractéristique de l'espèce; il est de la grosseur d'une noisette moyenne, plus ou moins suivant les individus, pyriforme-tronqué, ordinairement de couleur cannelle, avec cette particularité très notable qu'au pourtour du tube calicinal, qui est très épais, la chute de l'opercule a laissé une empreinte, ou cicatrice annulaire, taillée obliquement de bas en haut. Ce caractère, facile à saisir, suffirait presque à lui seul pour faire reconnaître l'espèce.

L'arbre, d'après le baron Ferdinand Müller, peut s'élever à 50 mètres dans les meilleurs terrains, à 20 ou 25 dans les terres médiocres. Son bois, recherché comme combustible, est moins estimé pour les travaux de charpente ou de menuiserie, quoiqu'il soit d'un emploi presque général dans les localités où il est indigène.

d. — Ombelles axillaires, normalement septiflores.

1. Opercule plus long que le tube du calice; étamines droites dans le bouton.

8. EUCALYPTUS OCCIDENTALIS.

Endlich. in *Hueg. Enum.*, p. 49; Bentham, *Flor. Austr.*, III, 235; F. Müll., Fragm., II, p. 39, et *Eucalyptogr.*, VI, n° 5.

E. arborea; cortice superne in pannos solubili, inferius duro, rugoso et ut videtur persistente; foliis in prima ætate alternis ovato-acutis rigidis glaucescentibus, in arbore adulta et florifera lanceolatis acutis sæpe subfalcatis; umbellis axillalaribus septifloris, pedunculo longiusculo nonnihil applanato, nutantibus aut aliquando erectis; operculo tubum calycinum campanulatum duplo triplove longitudine superante, obtuso aut subacuto; staminibus in alabastro rectis, in flore aperto spurco-albis aut pallide lutescentibus; umbellis fructiferis cernuis; capsula inclusa, 3-4-5- loculari.

Uniforme, c'est-à-dire à feuilles toujours alternes et pétiolées; celles du premier âge ordinairement ovales ou ovales-aiguës, glauques ou glaucescentes, tendant à placer leur limbe dans un plan vertical; celles de l'âge adulte plus étroites, lancéolées, aiguës, souvent un peu falciformes, raides, coriaces, variant en longueur de 3 à 10 centimètres sur une largeur de 6 à 15 millimètres ou plus. La floraison est généralement précoce dans cette espèce, arrivant à la troisième et quelquefois à la deuxième année, quand les arbres n'ont que 1 mètre à 1^{m},50 de hauteur. Les ombelles, normalement 7-flores, sont portées par un pédoncule un peu grêle, plus ou moins aplati à sa partie supérieure, ordinairement plus long que le pétiole de la feuille adjacente et se courbant le plus souvent sous le poids de l'ombelle qui, par là, devient nutante. Les fleurs sont courtement pédicellées et se font remarquer, avant la floraison, par la longueur de leur opercule plus ou moins cylindro-conique, aigu ou obtus, et par leurs étamines relativement peu nombreuses; leur couleur est le blanc verdâtre tirant quelquefois sur le jaune pâle. L'ombelle fructifère est plus souvent nutante que dressée, et les fruits, à peu près de la grosseur d'un pois, sont campanulés oblongs; la capsule est incluse, mais ses valves, au moment de sa déhiscence, arrivent au niveau du contour calicinal.

De même que la plupart de ses congénères, l'*E. occidentalis* est variable dans plus d'un sens; cependant, si l'on s'en tient aux caractères ci-dessus indiqués, on le reconnaîtra, je crois, assez facilement. En Australie, au dire du baron Ferdinand Müller, il devient quelquefois un grand arbre; plus souvent il s'arrête à la taille d'un arbre de troisième grandeur (12 à 15 mètres), ce qui tient à la nature plus ou moins favorable du terrain. Arrivé à l'âge où l'on peut le considérer comme adulte, il perd son écorce extérieure par petits feuillets, à commencer par le tronc qui, une fois dépouillé, reste couvert d'une écorce dure, crevassée, d'un gris terreux plus ou moins foncé. L'arbre est déjà assez commun en Provence et davantage aux environs d'Alger, mais presque toujours d'un port disgracieux par suite des déviations de la tige et des branches; assez souvent son pied se renfle, au niveau du sol, en une sorte de loupe, ce qui se voit aussi dans quelques autres espèces. Son abondante floraison, qui arrive d'ailleurs très irrégulièrement, est le seul mérite décoratif que je lui reconnaisse, et comme sa croissance n'est pas particulièrement rapide, il ne me paraît pas qu'il puisse être utile autrement que comme bois à brûler ou comme arbre à fournir des fleurs aux abeilles.

9. EUCALYPTUS OBCORDATA.

Turczan., in *Bull. Acad. Saint-Pétersb.*, 1852; F. Müll., *Eucalyptogr.*, VII, nº 6. — *E. platypus* Hook., *Icon. Plant.*, 1852; Benth., *Flor. Austr.*, III, p. 234. — *E. nutans* F. Müll., Fragm., III, p. 152.

E. arbuscula aut frutex magnus; foliis (pro genere parvis) alternis, petiolatis, ovato-ellipticis ovatove-lanceolatis, coriaceis, rigidis, margine haud raro obsolete crenulatis; umbellis axillaribus 7-floris, primo erectis, mox cernuis; pedunculo communi petiolum fere duplo excedente, applanato-dilatato et quasi utrinque alato; floribus subsessilibus, tubo calycino sæpius 4-angulato, operculo cylindraceo-conico, quam tubus ut plurimum longiore et multo angustiore; staminibus in alabastro rectis; fructu maturo obovoideo-truncato, magis minusve bi-quadri-costato, pisum crassitudine æquante aut superante; capsula inclusa, 4-5-loculari.

Quoique je n'aie pas vu l'état juvénile de cette espèce, je ne doute pas qu'elle ne soit uniforme comme l'*E. occidentalis*, avec lequel elle a de visibles analogies. C'est un simple arbrisseau, ou, si l'on veut, un grand buisson, que j'ai trouvé fleurissant dans la collection

de M. Cordier, et moins avancé dans d'autres jardins. Comme espèce, l'*E. obcordata* (auquel le nom de *platypus* plus généralement adopté aurait mieux convenu) est suffisamment caractérisé par son inflorescence et la structure de ses fleurs et de ses fruits. Le pédoncule commun de l'ombelle est aplati dans toute sa longueur, presque lamelliforme, tranchant sur les bords, large de 5 à 8 millimètres et recourbé en bas, comme s'il fléchissait sous le poids des fleurs et surtout des fruits. L'opercule, sensiblement plus long que le tube du calice, est beaucoup plus étroit que lui, s'élargissant seulement à la base pour se souder avec le bord de ce tube. Les fruits, de forme obovoïde-tronquée, et présentant assez ordinairement d'une à quatre petites côtes saillantes qui étaient déjà reconnaissables sur les boutons, ont à peu près le volume d'un gros pois ou d'une petite noisette. La capsule, à quatre ou cinq loges, y est incluse, mais elle arrive presque au niveau du tube calicinal épaissi, que la pointe relevée de ses valves dépasse même un peu. Un autre caractère assez rappant de l'espèce est que ses feuilles, dont la figure est d'ailleurs assez variable, sont faiblement mais visiblement crénelées sur leur contour, ce qui est une exception dans le genre. Leur longueur varie de 2 à 6 centimètres sur 1 à 3 de largeur, et on les trouve indifféremment aiguës ou obtuses, et quelquefois rétuses, c'est-à-dire échancrées au sommet.

Par sa petite taille, et surtout par ses fleurs rouge brun, roses ou blanchâtres, l'*E. obcordata* mérite une place dans les massifs d'arbustes de nos jardins d'agrément. Ses feuilles épaisses sont riches en huile essentielle, et il y aura peut-être quelque parti à en tirer. Il a été décrit simultanément par Hooker sous le nom de *platypus*, qui fait allusion à l'élargissement du pédoncule de l'ombelle, et par Turczaninow sous celui d'*obcordata*, que M. Ferdinand Müller préfère conserver pour éviter la confusion de cette espèce avec une autre décrite antérieurement par Cavanilles sous le nom de *platypodos*.

2. Opercule plus court ou à peu près de même longueur que le tube du calice. — Étamines infléchies dans le bouton.

10. EUCALYPTUS GRACILIS.

F. Müller, in *Trans. Vict. Inst.*, I, p. 35; *Eucalyptogr.*, III, n° 3; *Fragmenta*, II, p. 55 et 57 sub nomine *E. ericetorum* partim.; Benth., *Flor. Austr.*, III, p. 211.

E. arbuscula aut frutex magnus, undique glaucescens; cortice ruguloso, cinerescente; foliis (pro genere haud magnis)

nunc ellipticis obtusisque, nunc ovato-lanceolatis lanceolatisve et tunc utrinque acutis; umbellis axillaribus 7-floris, graciliter pedunculatis; floribus parvis pedicellatis, alabastro clavato, operculo brevi obtuso aut modice apiculato; fructibus subglobosis vel pyriformi-truncatis, capsula inclusa, ut plurimum 5-loculari.

Uniforme, c'est-à-dire à feuilles toujours alternes et pétiolées, ne différant pas sensiblement dans la jeunesse de l'arbre de ce qu'elles seront à un âge plus avancé, variables d'ailleurs pour la figure et les dimensions suivant les individus, c'est-à-dire tantôt largement elliptiques et obtuses, tantôt plus ou moins lancéolées et aiguës, quelquefois même un peu courbées en faux, toujours glauques ou glaucescentes. Leur longueur varie de 3 à 10 centimètres et leur largeur de 1 à 3.

L'*E. gracilis* est tantôt un sous-arbrisseau de 3 à 4 mètres, plus ou moins ramifié dès le bas de la tige et prenant la forme d'un buisson, tantôt un petit arbre de forme pyramidale, haut de 6 à 8 mètres, à écorce grisâtre, un peu ridée, à rameaux menus et plus ou moins pendants. Les ombelles, normalement septiflores, mais assez souvent réduites à un moindre nombre de fleurs par avortement ou appauvrissement, sont portées sur des pédoncules grêles, ordinairement plus courts que le pétiole de la feuille voisine; les fleurs elles-mêmes sont pédicellées. Le bouton, au moment où il va s'ouvrir, est à peu près de la grosseur d'une graine de chanvre, et son opercule, ordinairement un peu plus court que le tube du calice, est conique-surbaissé ou hémisphérique plus ou moins apiculé. Le fruit, pyriforme-tronqué, est à peine du volume d'un petit pois, et la capsule y est profondément incluse.

Ce petit Eucalyptus est aujourd'hui assez commun dans nos jardins de Provence, où il n'est et ne saurait être qu'un arbrisseau d'ornement; mais, à ce titre, il se recommande par la grâce de son port et la teinte glauque très douce de son feuillage, non moins que par les guirlandes de fleurs blanches qui terminent ses rameaux.

11. EUCALYPTUS MELLIODORA.

Allan Cunningh., *Herb.*; Schauer, in *Walp. Repert.*, II, p. 924; Benth., *Flor. Austr.*, III, p. 210; F. Müller, *Eucalyptogr.*, II, n° 5. — Vulgo *Yellow box tree* Anglorum; *Dargan* Autochtonum.

E. arborea, sed mediocris altitudinis; trunco nonnunquam irregulari aut varie tortuoso; cortice vetustiore in laminas

fibroso-reticulatas abeunte; ramis extremis gracilibus pendentibusque, abunde floriferis; umbellis axillaribus, 7-floris, graciliter pedunculatis; floribus ipsis pedicellatis, alabastris ovoideis, operculo conico-hemisphærico, stigmate peltato; fructibus pyriformi- truncatis; capsula inclusa, 4-5-loculari.

Espèce uniforme ou presque uniforme, en ce sens que les feuilles du premier âge sont alternes et pétiolées, mais elles diffèrent de celles de l'âge adulte par leur forme elliptique ou même obovale et par leur glaucescence beaucoup plus prononcée. A ne considérer que les caractères fournis par l'inflorescence et les fruits, elle est très voisine de l'*E. gracilis;* elle en diffère par des proportions beaucoup plus fortes, par la manière dont le tronc se dépouille de sa vieille écorce, et par son feuillage plus allongé, plus franchement lancéolé et beaucoup moins glauque que celui de l'*E. gracilis.*

L'*E. melliodora* n'est encore dans nos jardins qu'un arbre de 10 à 12 mètres, et fleurissant dès sa quatrième ou sa cinquième année. Il ne paraît pas devoir s'élever beaucoup plus; cependant, au dire de quelques voyageurs, il arriverait exceptionnellement, en Australie, à la taille de 60 à 70 mètres; mais il reste à savoir s'ils ne se sont pas mépris sur l'espèce. Ses branches plus ou moins divariquées, quelquefois tortues, ce qui peut tenir aux conditions particulières où il se trouve, lui font un port assez irrégulier; mais, au total, par ses longs rameaux grêles et pendants et par ses feuilles étroitement lancéolées et également pendantes, il rappelle assez bien le port et l'aspect d'un saule pleureur, abstraction faite de ses fleurs blanches et de la teinte vert pâle ou un peu grisâtre de son feuillage.

Le tronc, dépouillé de sa vieille écorce, qui se détache en plaques ou en loques, dont les fibres entrecroisées forment une sorte de réseau, est lisse et presque blanc. Une particularité, que l'on observe d'ailleurs chez quelques autres Eucalyptus, est la rupture transversale des couches extérieures de l'écorce sur les troncs un peu âgés. Ces ruptures, plus ou moins répétées sur le même arbre, occupent d'un tiers à la moitié de la circonférence du tronc, et elles sont quelquefois si nettement prononcées qu'on serait tenté, au premier abord, de les attribuer à des entailles faites avec un instrument tranchant. Il est à remarquer que quand ces ruptures sont larges et profondes l'arbre s'infléchit d'une manière très sensible dans le sens opposé, mais plus particulièrement lorsqu'il croît à la lisière des massifs, et alors il incline du côté de la plus grande lumière. Il semble même assez probable que cette inclinaison, provoquée par

un agent physique extérieur, est la cause déterminante de ces ruptures de l'écorce.

A part son analogie avec l'*E. gracilis*, l'*E. melliodora* est assez bien caractérisé pour qu'on ne le confonde avec aucune des autres espèces ici décrites. S'il ressemble un peu par son feuillage et ses rameaux pendants à l'*E. viminalis* et à l'*E. rostrata*, on l'en distinguera aisément à ses ombelles septiflores. Sa distinction d'avec les *E. Gunnii*, *goniocalyx* et *coccifera*, également septiflores, sera peut-être plus difficile, mais outre que ces trois espèces en sont fort différentes à l'état juvénile, je ferai remarquer que nous aurons dans le feuillage et le port de ces trois arbres, à l'état adulte, des repères suffisants pour les distinguer de l'espèce qui nous occupe.

L'*E. melliodora*, qui est le *Yellow box* (buis jaune) des colons australiens, est répandu sur une grande étendue de pays à la Nouvelle-Hollande. Son bois dur, qu'il est presque impossible de fendre à cause de l'entrelacement de ses fibres, et qui n'atteint pas communément de grandes dimensions, n'est guère utilisé que dans le charronnage ou la confection d'ustensiles agricoles. Quoique difficile à travailler, la menuiserie en tire quelque parti, à cause de la finesse de son grain et de sa belle teinte jaune claire, qui rappelle celle du buis. Il est surtout excellent comme combustible. Très rustique en Provence, cet arbre y remplira surtout un rôle décoratif dans les parcs et les jardins, où son abondante floraison pourra en même temps servir à la nourriture des abeilles.

12. EUCALYPTUS GUNNII.

Hooker, in *Lond. Journ. of Bot.*, III, p. 499, et *Flor. Tasm.*, I, p. 34, tab. 27; Ferd. Müll., *Fragm*, II, p. 62 et *Eucalyptogr.*, IV, nº 5; *Select plants*, p. 120; Benth., *Flor. Austr.*, III, p. 246. — Vulgo *Swamp gum tree* et *Cider Eucalypt*, in Tasmania.

E. arborea, nunc excelsa, nunc mediocris altitudinis (fortassis et aliquando fruticosa); cortice in pannos longos secedente; foliis lanceolatis ovatove-lanceolatis, utrinque acutis, rectis aut vix apice falcatis, lucidis, pendulis; umbellis axillaribus, 7-floris, pedunculatis; floribus pedicellatis, tubo calycino turbinato, alabastris obovoideis aut claviformibus, operculo breviusculo apiculato; fructibus turbinatis pyriformibusve; capsula oram calycinam fere attingente, 3-4-loculari.

Espèce, paraît-il, très variable et sur les limites de laquelle les divers auteurs qui en ont parlé ne sont pas entièrement d'accord.

Tantôt c'est un arbre de 70 à 80 mètres, tantôt un arbre de 10 à 12 mètres, quelquefois même un simple arbrisseau. Des variations presque aussi accusées se font voir dans le port de l'arbre et la grandeur des feuilles, comme aussi dans la figure qu'il présente à l'état juvénile. Jusqu'à plus ample informé, je pense qu'il sera bon de s'en tenir aux caractères donnés dans la diagnose ci-dessus, et à ceux que je vais y ajouter d'après les exemplaires assez nombreux que j'ai pu observer en Provence et en Algérie.

C'est un arbre à ranger parmi les biformes, mais l'état juvénile n'a pas la même durée chez tous les individus. Dans le principe les feuilles sont opposées et sessiles, ovales ou courtement lancéolées dans quelques-uns, elliptiques ou obtuses dans d'autres, glauques ou sans glaucescence, tantôt plus grandes, tantôt plus petites. Dans cette première période de la vie on peut facilement le confondre avec d'autres espèces également biformes.

A l'âge adulte les variations paraissent moins grandes, et l'arbre se reconnait souvent à son feuillage ordinairement vert et luisant, indépendamment des caractères plus certains fournis par l'inflorescence et les fleurs. Il existe dans beaucoup de jardins de Provence, à Antibes, Hyères, Toulon, Saint-Mandrier, ainsi que dans la collection de M. Cordier, à Alger. Partout c'est déjà un arbre de 12 à 18 mètres, suivant l'âge, et dont l'écorce extérieure, très semblable à celle de l'*E. globulus*, se détache comme elle en longues plaques, laissant le tronc lisse et blanc ou blanchâtre. Suivant que l'arbre est isolé ou fait partie d'un massif, il se ramifie de bonne heure et s'élargit, ou file droit sans grosses branches jusqu'à une certaine hauteur, ce qui d'ailleurs s'observe dans la plupart des espèces du genre.

Les feuilles, quoique variant beaucoup de grandeur, fournissent ordinairement de bons caractères distinctifs. Elles sont franchement lancéolées, plus larges ou plus étroites, généralement aiguës et non arrondies à la base, pendantes, luisantes sur les deux faces, assez souvent ondulées et d'une verdure assez vive. En moyenne leur longueur est de 10 à 12 centimètres sur 2 à 3 de large, mais elles sont quelquefois plus grandes et souvent beaucoup plus petites. Elles sont presque toujours droites; rarement elles se courbent un peu en faux dans leur moitié supérieure.

L'inflorescence et les fleurs répètent à très peu près ce que nous avons vu dans les *E. gracilis* et *melliodora*, avec ces légères différences qu'ici le pédoncule de l'inflorescence est un peu plus robuste que dans ces deux espèces, le tube du calice plus sensiblement turbiné, l'opercule un peu plus longuement apiculé. Une différence plus facile à saisir nous est offerte par la capsule, qui, au lieu d'être profondément incluse dans le tube du calice, en affleure presque le bord

que ses valves dépassent même quelque peu au moment de sa déhiscence.

L'*E. Gunnii* habite les parties montagneuses du sud-est de l'Australie, dont il atteint les sommets les plus élevés (environ 1800 m.), mais il est surtout commun en Tasmanie, où il résiste à la gelée et à la neige, ce qui explique sa rusticité chez nous. Ainsi que nous l'avons dit plus haut, ses proportions varient considérablement, en Australie du moins, suivant la nature des sols, leur plus ou moins de fertilité et d'humidité, et sans doute aussi suivant que l'arbre est dans la plaine ou sur les montagnes, mais peut-être y a-t-il ici plusieurs espèces confondues sous le même nom. Les auteurs ne sont pas d'accord non plus sur les qualités de son bois. Ses feuilles, peu aromatiques, sont volontiers acceptées par le bétail, ce qui est une exception dans le genre, et sa sève un peu sucrée est, dit-on, quelquefois utilisée comme boisson par les indigènes.

Dans nos cultures l'*E. Gunnii*, du moins la variété que nous possédons, paraît peu exigeante, résistant au froid et à la sécheresse et croissant rapidement, quoique inférieure sous ce rapport à l'*E. globulus* et à quelques autres.

13. EUCALYPTUS GONIOCALYX.

F. Müll., *Fragm.*, II, p. 48; *Eucalyptogr.*, I, n° 3; Benth., *Flor. Austr.*, III, p. 229. — *E. elæophora* F. Müll., in *Frag.*, II, p. 48; *Select Plants*, p. 120.

E. arborea; cortice rugoso, persistente; foliis anguste lanceolatis, sæpe falcatis et coriaceis; umbellis axillaribus, 7-floris, pedunculo brevi nonnihil applanato; floribus sessilibus, inter se stellatim divergentibus; calycis tubo oblongo-turbinato, sæpe (non semper) angulato; operculo breviter conico, acuto aut obtuso; fructibus capitellatis, ovoideo-cylindricis, apice truncato nonnunquam parum constrictis (ante maturitatem quasi urceolatis), lævibus aut costula una et altera longitudinali ornatis; capsula inclusa, sæpius 3-loculari.

Espèce très biforme. A l'état uvénile l'*E. goniocalyx* est un arbrisseau à rameaux grêles, cylindriques, à feuilles sessiles, opposées par paires, orbiculaires ou largement ovales, apiculées ou obtuses et plus ou moins glauques. A l'état adulte c'est un grand arbre, qui s'élève à 80 mètres ou davantage, sur un tronc de 2 à 3 mètres de diamètre à la base. Ses feuilles sont alors longuement lancéolées, coriaces,

longues de 12 à 18 centimètres sur 1 à 3 de large, habituellement un peu courbées en faux et plus ou moins obliques relativement à l'horizon. Les fleurs, assez petites, sont sessiles ou à peu près sessiles, au nombre de sept, au sommet d'un pédoncule commun légèrement aplati et ordinairement plus court que le pétiole de la feuille adjacente. Les boutons de fleurs sont un peu allongés, souvent anguleux par suite de leur pression mutuelle, divergents l'un de l'autre en forme d'étoile à six branches, avec la septième fleur au milieu. L'opercule, au moins de moitié plus court que le tube du calyce, est à peu près hémisphérique et le plus souvent obtus. Les fruits, rapprochés en une sorte de capitule au sommet du pédoncule commun, sont ovoïdes-tronqués ou ovoïdes-cylindriques, un peu variables de grosseur (du volume d'un pois plus ou moins gros), et la capsule y est profondément incluse.

Comme arbre forestier l'*E. goniocalyx* est dans les premiers rangs. Son bois est dur, compacte et de longue conservation même dans la terre et dans l'eau, mais ses fibres entrecroisées le rendent presque aussi difficile à fendre que celui de l'*E. rostrata*. En Australie il sert à tous les usages de la charpente et il est particulièrement estimé pour le charronnage (Ferd. Müller, *l. c.*).

Par la figure qu'il présente à l'état juvénile et par ses fruits sessiles ou presque sessiles et rapprochés en capitule, l'*E. goniocalyx* ne pourra être confondu avec aucune des espèces septiflores qui précèdent; on ne le confondra pas davantage avec l'*E. botryoides*, malgré une certaine ressemblance de ses fruits avec ceux de ce dernier, qui en diffère radicalement par sa forme juvénile et par son feuillage. Il habite plusieurs régions de l'Australie méridionale, en plaine et sur les montagnes jusqu'à 1000 mètres d'altitude. Suivant les lieux, les colons australiens lui donnent les noms de *Spotted gum tree*, *Blue gum*, *White gum*, *Grey box*, *Bastard box*, etc., ce qui montre une fois de plus combien il faut peu compter sur les désignations vulgaires.

14. EUCALYPTUS COCCIFERA.

J. D. Hooker in *Hook. Lond. Journ. of Bot.*, VI, p. 477, et *Flor. Tasm.*, I, p. 133, tab. 25; *Bot. mag.*, tab. 4637; Benth., *Flor. Austr.*, III, p. 204; Maxwell T. Masters in *Gardener's Chron.*, 1880, pars 1ª, p. 395, cum icone.

E. arborea, pro genere submicrophylla sed foliosa, undique glauca aut glaucescens; foliis (in adulta arbore) petiolatis, lanceolatis, utrinque acutis, apice in mucronem rectum aut sæpius uncinatum productis; umbellis axillaribus 7-floris

(nonnunquam depauperatis et tunc 3-5-floris), albo-pruinosis; alabastris in pedicellum attenuatis angulatisque; operculo brevi, hemisphærico-complanato, obtusissimo, rarius apiculato; fructibus turbinatis obovoideisve; capsula inclusa, 4-5-loculari.

Arbre biforme et très différent à l'état juvénile de ce qu'il sera à l'âge adulte. Dans cette première période de sa vie la tige et les rameaux sont finement muriqués, c'est-à-dire couverts d'aspérités analogues à la base glanduleuse des poils que présentent d'autres espèces de même âge. Les feuilles, alors petites, sont opposées, sessiles, un peu embrassantes, ovales ou suborbiculaires, aiguës ou courtement mucronées, coriaces, raides, glauques, longues de 12 à 25 millimètres, sur 9 à 12 de large. Vers la troisième année, plus tôt ou plus tard suivant les individus, elles deviennent pétiolées, alternes, lancéolées, terminées au sommet par une pointe (prolongement de la nervure médiane) tantôt droite, tantôt et plus souvent recourbée en crochet, ce qui est très caractéristique de l'espèce. Elles sont toujours un peu petites pour le genre, c'est-à-dire longues en moyenne de 5 à 8 centimètres, sur 8 à 12 millimètres de largeur, toujours glauques ou glaucescentes. Les fleurs, en ombelles axillaires pédonculées, quelquefois rapprochées vers l'extrémité des rameaux et simulant un corymbe, sont relativement petites, au nombre normal de sept, mais assez souvent réduites à trois par ombelle, presque sessiles ou courtement pédicellées par l'atténuation graduelle du tube calicinal, qui est anguleux, un peu évasé au sommet, et fermé par un opercule très déprimé ou presque plat, plus rarement apiculé. Les fleurs ouvertes (filets des étamines) sont jaune pâle. Le fruit est obovoïde-tronqué ou turbiné, lisse ou ne conservant que quelques traces des angles et des stries qu'il avait au moment de la floraison; la capsule y est incluse et à 4 ou 5 loges.

Sans être un très grand arbre, l'*E. coccifera*, au sujet duquel nous n'avons encore que des renseignements incomplets, paraît atteindre de 20 à 25 mètres dans sa contrée natale, la Tasmanie, où il s'élève sur les montagnes à des altitudes de 1000 à 1100 mètres, bravant la gelée et la neige qui y couvre le sol pendant plusieurs mois de l'année, ce qui donne la raison de sa demi-rusticité en Angleterre. C'est là, en effet, à Powderham Castle, propriété du comte de Devon, près d'Exeter, que se trouve le plus grand exemplaire de l'espèce qui existe en Europe. Sa hauteur actuelle est évaluée à 18 mètres, et sa circonférence, à 1 mètre du sol, à un peu plus de 2 mètres. Ce bel arbre, dont les journaux d'horticulture anglais (*The Garden* et *The*

Gardener's Chronicle) ont souvent parlé dans ces dernières années, y a enduré bien des hivers sans en être sensiblement endommagé, même par des froids de 8 à 10 degrés au-dessous de zéro; il se couvre de fleurs tous les ans, mais ne paraît pas mûrir de graines.

L'*E. coccifera* est du petit nombre d'Eucalyptus qu'on peut tenter de naturaliser sur nos côtes océaniques, en Bretagne, dans la presqu'île du Cotentin et dans les landes de Bordeaux (1). Je n'en connais encore que de jeunes sujets dans nos jardins de Provence, mais un échantillon fleuri, qui a été cueilli il y a quelques années à l'Isola bella (lac Majeur), et qui fait partie de l'herbier de la villa Thuret, me donne à croire qu'il existe à l'état adulte en Italie.

e. Ombelles axillaires, souvent 7-flores, mais où le nombre des fleurs peut varier de 7 à 11.

15. EUCALYPTUS TERETICORNIS.

Smith, *Bot. Nov. Holl.*, p. 41, et *Trans. Linn. Soc.*, III. p. 284 (ex Benthamio); DC. *Prod.*, III, p. 216; **Ferd. v. Müll.**, *Select Plants*, p. 130; Benth., *Flor. Austr.*, III, p. 241.

E. arborea; cortice rugoso, cinerescente aut albente, ut videtur persistente; ramulis in prima juventute compresso-4-angulis nonnihilque 4-alatis, pulverulento-canescentibus, in arbore florente obtusius angulatis; foliis diversiformibus, nunc late ovatis ovatové-lanceolatis, nunc anguste lanceolatis et acutis, glaucescentibus aut albentibus; umbellis axillaribus, sæpius 7-floris, haud raro tamen 9-11-floris, incano-pulverulentis, pedunculo communi gracili et superius parum complanato, floribus singulis pedicellatis; tubo calycino brevi, turbinato-dilatato; operculo conico, quam tubus duplo triplove longiore; floribus (staminum filamentis) candidissimis; fructu sphærico, quasi zonato; capsula exserta, 4-5-loculari, valvis totidem porrectis aperta; seminibus exappendiculatis.

L'*E. tereticornis*, désigné par les colons australiens sous le nom de *Red gum tree* (Müll. *l. c.*) est une des espèces les plus variables du genre et une des plus embarrassantes pour le descripteur. Il se

(1) Ce sont principalement les *E. Gunnii*, *pauciflora* ou *coriacea*, *alpina*, *urnigera*, *coccifera* et *vernicosa*, tous habitants des sommets relativement froids de l'Australie méridionale et surtout de la Tasmanie.

nuance par gradations insensibles avec des formes dont on ne saurait dire encore si ce sont de simples variétés ou des espèces distinctes, mais un caractère qui leur est commun à toutes est un fruit sphérique, dont la grosseur varie de celle d'un grain de chènevis à celle d'un pois, et où la capsule dépasse d'environ moitié la ligne de séparation de l'opercule et du tube cailcinal, marquée ici par une cicatrice annulaire plus ou moins large, mais toujours reconnaissable. La capsule mûre s'ouvre par trois, quatre ou cinq valves triangulaires, qui restent érigées après la déhiscence.

L'opercule est assez caractéristique ; il est presque toujours beaucoup plus long que le tube court et évasé du calice, plus ou moins aigu, tantôt de même largeur que le tube, tantôt un peu plus large et quelquefois aussi plus étroit. Les étamines, surtout les plus extérieures, y sont presque droites ou à peine infléchies par leur sommet ; l'ovaire n'est adhérent que par sa base, et le stigmate à peine plus large que le style. Cette disposition de l'ovaire explique la forme que le fruit présentera plus tard.

Je considère comme type de l'espèce la forme la plus répandue et déjà assez commune dans les collections de la Provence et de l'Algérie, où il n'est pas rare d'en rencontrer des exemplaires de 12 à 15 mètres, qu'on reconnaît assez aisément à leur écorce grisâtre, légèrement crevassée, ainsi qu'à leur feuillage un peu glaucescent. Leurs fleurs, très blanches et abondantes au moment de la floraison, peuvent aussi servir à les faire reconnaître. Dans le premier âge cette forme du *tereticornis* se ramifie de bonne heure, étalant ses rameaux sous un angle très ouvert ; ses feuilles sont alors largement ovales, aiguës ou obtuses, alternes et pétiolées, rendues blanchâtres par la pulvérulence impalpable qui se retrouve plus abondante sur la tige et les rameaux. Ces derniers sont ordinairement très anguleux, même un peu ailés par le prolongement des angles, qui sont assez souvent ondulés-crénelés, mais ces caractères s'effacent insensiblement à mesure que l'arbre grandit

Lorsqu'il est adulte et en âge de fleurir, les feuilles sont ordinairement lancéolées, quelquefois même étroitement lancéolées et très aiguës ; tantôt elles restent droites, tantôt elles se courbent en faux ; leur longueur varie, suivant les individus ou les rameaux d'un même individu, de 10 à 30 centimètres, et leur largeur de 1 à 4. Ces feuilles étant relativement peu épaisses, le réseau compliqué de leurs nervures est très visible.

Le caractère le plus saillant de l'espèce est peut-être dans le fruit, ovoïde-obtus, presque ou tout-à fait sphérique, par suite de la saillie de la capsule au-dessus du tube calicinal, dont la limite est indiquée par la cicatrice annulaire indiquée plus haut, mais ce fruit varie no-

tablement de grosseur suivant les variétés ou, si l'on aime mieux, suivant les espèces voisines du type proprement dit. On le retrouve dans des formes à feuilles étroites et dans d'autres à feuilles largement ovales et coriaces, qui ne ressemblent pour ainsi dire plus du tout à celles que j'ai décrites plus haut. Ces variétés diffèrent également par le port, l'aspect de l'écorce, la longueur relative de l'opercule et la teinte générale du feuillage. Pour décider du rang qu'il convient de leur assigner, de nouvelles observations faites sur le vivant sont encore nécessaires. Il faut ajouter à ceci que certaines formes de l'*E. tereticornis* se rapprochent sensiblement de quelques-unes des variétés de l'*E. rostrata.*

Nous manquons encore de renseignements sur les qualités forestières de l'*E. tereticornis*. Suivant le baron F. Müller (*Select Plants*), l'espèce en est assez répandue dans les diverses colonies de l'Australie méridionale-orientale, où on l'exploite pour les constructions et le charronnage. On en tire aussi des traverses de chemins de fer, qui se conservent, dit-on, longtemps dans la terre, ainsi que des poteaux télégraphiques. En bon sol l'arbre peut atteindre à 40 et 50 mètres de hauteur.

16. EUCALYPTUS LEUCOXYLON.

F. Müll. in *Trans. Vict. Inst.*, I, p. 33; *Fragm.*, II, p. 60, et *Eucalyptogr.*, I, n° 4; Benth., *Flor. Austr.*, III, p. 209. — ? *E. sideroxylon* All. Cunningh., in *Herb.* — Vulgo *Iron bark* et *White gum.*

E. arborea; cortice duro, rugoso, nigricante, ut videtur persistente; foliis lanceolatis, glaucescentibus; umbellis axillaribus, longiuscule et graciliter pedunculatis, aliquando cernuis, 3-5-7-9-floris; floribus pro genere longe pedicellatis, albis aut roseis; tubo calycino breviter turbinato; operculo conico; fructibus subglobosis, capsula inclusa, 3-5-loculari.

D'après M. le baron Müller (*Eucalyptographia l. c.*) cette espèce appartiendrait au groupe des biformes. La planche le représente, en effet, comme ayant les feuilles opposées, sessiles et largement ovales à l'état juvénile (1), fort différentes par conséquent de celles de l'âge adulte, qui sont alternes, pétiolées et plus ou moins longuement lancéolées. Je ne sais s'il y a eu erreur d'étiquetage dans les graines que j'ai reçues de différentes sources sous le nom d'*E. leucoxylon*,

(1) « The leaves of the young seedlings of *E. leucoxylon* are cordate or lanceolar-ovate, opposite, sessile and smooth ». F. Müller, *l. c.*

toujours est-il que les jeunes sujets que j'ai obtenus n'ont montré que des feuilles alternes, pétiolées et lancéolées, ce qui doit les faire classer dans le groupe des uniformes. Il est presque probable qu'il y a, sous ce nom, quelque confusion d'espèces, d'autant plus que le R[d] Wools, qui a étudié les Eucalyptus en Australie, affirme que c'est à tort que l'*E. sideroxylon* de Cunningham a été réuni au *leucoxylon* de F. Müller. D'un autre côté, M. F. Müller lui-même reconnaît dans son *E. leucoxylon* deux formes ou variétés très distinctes et qui n'habitent pas les mêmes lieux, l'une connue sous le nom de *White gum*, dont l'écorce est caduque et laisse, après sa chute, le tronc de l'arbre lisse et blanc ; l'autre, qui est l'*Iron-bark* de la colonie de Victoria, dont l'écorce persistante devient dure, rugueuse et de couleur foncée. Cette seconde variété (ou espèce?) est celle que nous possédons, et que son écorce, d'un brun presque noir, fait reconnaître d'emblée, même à distance. On croît, en Australie, que la présence de cet arbre est l'indice d'un terrain aurifère.

En attendant que ces obscurités disparaissent, et en nous bornant à considérer l'*Iron-bark*, à écorce dure et noire, comme le type de l'espèce, nous y constaterons encore des variations (individuelles?) très sensibles dans le port des arbres, la longueur des feuilles, le nombre des fleurs dans l'inflorescence, leur couleur et la grosseur des fruits. Quand l'arbre est bien venu le tronc est droit, l'écorce d'autant plus dure, plus crevassée et plus foncée en couleur qu'il est plus âgé, et elle exsude alors de ses crevasses une sorte de résine noire, dure et luisante. En général, la tête de ces arbres est relativement peu fournie et le feuillage, d'une teinte grisâtre, un peu clairsemé. Par ses inflorescences, l'*E. leucoxylon* se rapproche beaucoup de l'*E. longifolia*, et, sans la couleur caractéristique de son écorce, on pourrait au premier abord confondre les deux arbres. On trouve d'ailleurs dans leurs fruits des différences assez marquées pour les distinguer l'un de l'autre.

Les inflorescences sont des ombelles où le nombre des fleurs peut varier de trois à neuf, peut-être même davantage, et ces fleurs sont ordinairement d'autant plus petites qu'elles sont plus nombreuses. Le pédoncule commun est relativement long et grêle, les fleurs elles-mêmes sont assez longuement pédicellées, et assez souvent, surtout quand l'arbre croît à l'ombre et qu'il est un peu étiolé, les pédoncules se recourbent et l'inflorescence devient nutante, mais elle reste dressée dans beaucoup d'autres cas. Les fleurs varient considérablement de grandeur, ainsi que je viens de le dire ; il en est de même des fruits, toujours à peu près sphériques et tronqués au sommet ; les plus gros atteignent le volume d'un gros pois, les plus petits ne dépassent guère celui d'un grain de poivre, et, ce qui est à noter, ils ne

présentent jamais la cicatrice annulaire extérieure à leur bord, qui est caractéristique de ceux du *longifolia*, d'ailleurs toujours un peu plus gros. La capsule y est profondément incluse, et on voit assez souvent le faisceau des étamines, en forme de pinceau, persister sur ces fruits presque jusqu'à leur maturité. Les fleurs (filets des étamines) y sont ordinairement blanches, quelquefois avec une teinte rosée lorsqu'elles vieillissent; chez quelques exemplaires, elles sont franchement rose-pourpre dès la chute de l'opercule.

La qualité forestière de l'*E. leucoxylon*, du moins de la variété *Iron-bark* dont il est question ici, nous intéresse sous plus d'un rapport. C'est, au dire de M. Ferdinand Müller, une des rares espèces du genre qui s'accommodent du climat tropical humide. En Australie il atteint communément à 30 mètres de hauteur et quelquefois au double dans les bons terrains, réussissant d'ailleurs, mais avec une moindre taille, dans les sols secs et rocailleux. Son bois est un des plus durs dans le genre, extraordinairement fort, mais difficile à fendre et d'une très longue durée, aussi est-il recherché pour tous les travaux de charpente et de charronnage, pour fournir des étais dans les mines et des traverses de chemins de fer. Son écorce est remarquablement riche en tannin (22 pour 100 de son poids lorsqu'elle est sèche), mais ce tannin a moins de valeur que celui qu'on retire des écorces d'acacias (*A. leiophylla*, *A. decurrens*, *A. melanoxylon*, etc.).

L'*E. leucoxylon* n'est pas rare aujourd'hui dans les jardins de la Provence, où l'on en voit des exemplaires de 18 à 20 mètres, fleurissant et donnant des graines. J'en ai aussi trouvé quelques-uns en Algérie. Sa croissance est beaucoup moins rapide que celle de plusieurs de ses congénères.

17. EUCALYPTUS RUDIS.

Endlich., in *Hueg. Enum.*, p. 49; Benth. *Flor. Austr.*, III, 244. — Vulgo *Flooded gum* et *Swamp gum*.

E. arborea, dense foliosa; cortice duro, persistente; ramis supremis gracilibus, teretibus, purpureo-fuscescentibus; foliis in ætate primaria late ovatis, glaucescentibus, in adulta ovato-lanceolatis lanceolatisve, sæpe falcatis, intense virentibus; umbellis axillaribus 7-13-floris; floribus singulis pedicellatis; operculo conico sæpius acuto, calycis tubo breviter turbinato; fructibus late campaniformibus; capsula vix non exserta, 4-5-loculari.

Espèce uniforme en ce sens que, dès le premier âge, les feuilles sont alternes et pétiolées, mais elles diffèrent assez notablement de celles de l'âge adulte ; elles sont alors largement ovales, obtuses ou aiguës, d'une belle teinte glauque sans être pruineuses ; elles ont en outre une certaine tendance à placer leur limbe dans un sens oblique ou vertical. Celles de l'arbre adulte, ou commençant à fleurir, ce qui arrive quelquefois dès la troisième année, sont plus ou moins longuement lancéolées, quelquefois obtuses, plus ordinairement aiguës et comme acuminées, souvent courbées en faux et d'une verdure foncée ou à peine glaucescentes; leur longueur varie en moyenne de 10 à 15 centimètres sur 1 ½ à 3 de large. Les jeunes rameaux, toujours à peu près cylindriques, sont très souvent teints de pourpre obscur, surtout du côté le plus exposé au soleil. Les ombelles, toujours axillaires et dont le pédoncule commun, un peu grêle, est à peu près de même longueur que le pétiole de la feuille voisine, sont souvent septiflores, mais souvent aussi elles contiennent de 9 à 11 fleurs ou même davantage; ces fleurs sont pédicellées et leur opercule tantôt conique et obtus, tantôt prolongé en pointe aiguë, est ordinairement plus long que le tube du calice. Tous ces caractères sont un peu variables, mais il en est un qui me paraît constant : c'est la forme du fruit hémisphérique-tronqué, ou plutôt en forme de cloche déprimée et largement ouverte, dont la capsule, d'abord aplatie, affleure le bord, et que ses valves aiguës dépassent très sensiblement lorsqu'elle s'ouvre. La grosseur de ce fruit est à peu près celle d'un pois, avec quelques variations en plus ou moins, suivant les individus; les graines sont fines, anguleuses et dépourvues de tout appendice.

L'*E. rudis* est un grand et bel arbre, très feuillu et de croissance rapide. Dans notre collection de la villa Thuret, je l'ai vu dépasser 3 mètres et fleurir à la fin de sa troisième année ; il en existe çà et là de beaux exemplaires de 14 à 18 mètres dans divers jardins de Provence (Toulon, Cannes, Nice, etc.), ainsi que dans la collection de M. Cordier à Alger. Jusqu'ici nous manquons de renseignements sur la valeur et les qualités de son bois.

18. EUCALYPTUS BOTRYOIDES.

Smith, in *Trans. Linn, Soc.*, III, p. 286; Bentham, *Flor. Austr.*, III, p. 229; F. Müller, *Eucalyptogr.*, fasc. IV, n° 2, et *Select Plants*, p. 116. — *E. platypodos* Cavan., *Icones*, IV, p. 23, tab. 341. — Vulgo *Bastard mahogany*.

E. arborea et procera, dense et pulchre foliosa, cortice persistente; foliis ovato-lanceolatis, acuminatis, coriaceis,

nonnunquam modice falcatis, nervis lateralibus tenuibus, crebris, parallele divergentibus; umbellis axillaribus, sæpe (non semper) geminatis, involucro calyptriformi mature caduco circumdatis, pedunculo robusto superne complanato aut ancipiti, 7-9-11-floris; floribus sessilibus, dense congestis aut capitatis; operculo quam tubus calycinus breviore, obtuso; fructibus ovoïdeo-truncatis, capitato-glomeratis; capsula 3-4-5-loculari, inclusa.

Uniforme, et bien caractérisé à l'état jeune par ses rameaux étalés et par ses feuilles toujours horizontales, alternes, pétiolées, ovales-oblongues ou ovales-elliptiques, d'une verdure foncée, sans glaucescence apparente. A l'état adulte c'est un arbre de 30 à 40 mètres, à tête large et touffue, et dont l'écorce persiste sur le tronc. Ses feuilles, un peu grandes (15 à 20 centimètres sur 3 à 5 de large), sont coriaces, ovales-lancéolées, acuminées et très aiguës, un peu luisantes en dessus, avec des nervures latérales fines, serrées, parallèles entre elles et très divergentes de la nervure médiane. Les ombelles, toujours axillaires, quelquefois géminées, composées de 5 à 9 fleurs assez petites, sont portées par des pédoncules plus ou moins aplatis et ordinairement dilatés à leur sommet en une sorte de cupule qui embrasse la partie inférieure du groupe de fleurs, mais qui disparaît plus ou moins avant la maturité des fruits (1). Ces fleurs y sont sessiles, serrées, formant plutôt un capitule qu'une ombelle proprement dite, et leur opercule, presque toujours plus court que le tube du calice, est obtus ou à peine apiculé. Les fruits, à peu près de la grosseur d'un pois ou plus petits, sont ovoïdes-tronqués, lisses, un peu resserrés à l'orifice, et si rapprochés les uns des autres qu'on a comparé leur groupe à de petites grappes de raisin, ce qui a valu à l'espèce le nom, d'ailleurs assez peu justifié, qu'elle porte. La capsule est incluse, à trois et plus souvent à quatre ou cinq loges.

L'*E. botryoides* est un très bel arbre et un de ceux qu'il y aurait le plus d'intérêt à propager, soit comme arbre forestier, à cause de l'excellence de son bois, soit comme arbre d'avenue, ce à quoi son feuillage dense et d'une verdure foncée le rend particulièrement propre. A ces premiers avantages il faut ajouter celui de croître rapidement, et, sous ce rapport, il est peu inférieur au *globulus*. Je l'ai

(1) Cette cupule est le reste d'une sorte d'involucre formé de deux petites folioles soudées l'une à l'autre, en forme de coiffe, et qui se détache par circoncision avant l'ouverture des fleurs. C'est jusqu'ici le seul exemple que j'en connaisse dans les Eucalyptus.

vu, à la villa Thuret, dépasser 4 mètres à sa troisième année. Il en existe déjà de beaux exemplaires de 15 à 20 mètres de hauteur dans divers jardins de Provence (Toulon, Hyères, Cannes, Golfe Jouan, etc.); je l'ai aussi rencontré à l'établissement forestier d'Alger et dans la collection de M. Cordier.

En Australie le bois de l'*E. botryoides* est considéré comme un des meilleurs du genre; aussi est-il recherché pour tous les travaux de charpente, la menuiserie, les constructions navales, le charronnage, etc. Sa teinte un peu brunâtre lui a fait donner par les colons australiens le nom, du reste assez impropre, de *Bastard mahogany* (acajou bâtard); sa qualité varie suivant les lieux où il a cru, et le meilleur est celui des arbres qui se sont développés au voisinage des cours d'eau. L'arbre vient encore assez bien dans les sables maritimes, mais sans y atteindre les grandes proportions qu'il prend en meilleur sol et sans y présenter des formes aussi régulières. Sa rusticité, en Provence, est à peu près celle du *globulus*, peut-être cependant un peu moindre.

19. EUCALYPTUS DIVERSICOLOR.

F. Müll., *Fragm.*, III, p. 131, et *Eucalyptogr.*, fasc. V, nº 4; Benth., *Flor. Austr.*, III, p. 251. — *E. colossea* Hort. — Vulgo *Karri* in Australia.

E. arborea, procerrima; cortice vetustiore in laminas secedente; foliis ovato-lanceolatis lanceolatisve, haud raro acuminatis, coriaceis, supra viridibus, subtus pallidioribus cinerescentibusve; umbellis axillaribus (nonnunquam geminatis), longiuscule pedunculatis, 7-9-11-floris, alabastris claviformibus, in pedicellum attenuatis; operculo sæpius hemisphærico, obtuso aut vix acuto, rarius oblongo; fructibus turbinato-pyriformibus; capsula inclusa, sæpius 3-loculari.

Intermédiaire entre les uniformes et les biformes. A l'état juvénile l'arbuste, ramifié de bonne heure, prend une forme pyramidale par la tendance de ses rameaux à s'étaler horizontalement; ils sont alors sensiblement quadrangulaires et souvent teints de rouge; leurs feuilles, relativement grandes (de 8 à 10 centimètres de long sur 5 à 7 de large), et dont le limbe, toujours horizontal, est largement elliptique ou ovale-elliptique, communément apiculé au sommet, sont courtement pétiolées, ordinairement rapprochées deux à deux sans être opposées, et d'une verdure assez vive, sans glaucescence appréciable, tirant même quelquefois sur le jaune clair. Au total, le

port de cette espèce, à l'état juvénile, se rapproche beaucoup de celui du *botryoides* de même âge.

Tous ces caractères se modifient quand l'arbre passe à l'état adulte, ce qui arrive à la troisième ou à la quatrième année; les feuilles deviennent alors tout à fait lancéolées, aiguës, même un peu falciformes et plus coriaces que celles du premier âge. Quelquefois aussi on voit reparaître sur certains rameaux des feuilles courtement ovales, presque orbiculaires, qui rappellent celles de l'état juvénile.

Les ombelles, tantôt solitaires, tantôt géminées à l'aisselle des feuilles, sont portées par des pédoncules un peu grêles et ordinairement plus longs que le pétiole de la feuille adjacente; elles sont quelquefois réduites à sept fleurs, mais plus habituellement on en compte de neuf à onze, et il est possible qu'elles en contiennent quelquefois un plus grand nombre. Les fleurs elles-mêmes sont un peu longuement pédicellées par l'atténuation graduelle de la base du calice; les boutons, au moment de s'ouvrir, sont de la grosseur d'un petit pois; ils sont obovoïdes ou, si l'on veut, en forme de massue; l'opercule, souvent plus court que le tube du calyce, est alors hémisphérique et très obtus; plus rarement il se prolonge un peu en pointe ou en mamelon, ou même prend la figure d'un cône obtus. Les fleurs ouvertes sont blanches et ont de 1 ½ à 2 centimètres de diamètre. Les fruits mûrs sont à peu près pyriformes, tronqués au sommet et un peu contractés à leur orifice, lisses à l'extérieur et de la grosseur d'un pois moyen.

L'*E. diversicolor*, connu aussi sous le nom de *colossea*, qu'il justifie par ses proportions étonnantes, appartient à l'Australie occidentale, où il forme de vastes forêts; les colons du pays lui donnent le nom de *Karri*, emprunté aux indigènes; c'est peut-être l'arbre le plus gigantesque du globe, si on ne considère que la hauteur (1). Les voyageurs qui l'ont vu sur place s'accordent à lui attribuer une taille extraordinaire, supérieure même à celle des séquoias (*Wellingtonia*), ou arbres mammouths de la Californie. Toutefois, sa tige élancée n'atteint jamais l'énorme grosseur de celle de ces derniers. On en a mesuré dont le tronc, entre le sol et la première branche, avait jusqu'à 300 pieds anglais (91^{m},50) de longueur, et M. Ferdinand Müller lui-même en a vu dont la hauteur totale n'était pas inférieure à 400 pieds (122 mètres). Quand l'arbre croît en massifs trop serrés, sa tige reste comparativement menue, et à tel point qu'on en a une fois rencontré un de 55 mètres dont le tronc, à fleur de terre, n'avait

(1) « One of the grandest trees of the globe, and one of the greatest wonders in the whole creation of plants ». F. von Müller, *l. c.*

guère que 30 centimètres de diamètre (1). C'est là un cas extrême, sans doute, mais qui n'en montre pas moins la disposition de l'arbre à former des fûts longs et réguliers, et qui indique en même temps la marche à suivre dans une plantation pour obtenir de belles pièces.

Cet arbre superbe a été l'objet de beaucoup d'observations et d'expériences de la part des ingénieurs et des forestiers de l'Australie occidentale, où il fournit presque tout le bois de construction. On en tire des madriers de toute grandeur, des planches d'une largeur et d'une longueur exceptionnelles, et jusqu'à des mâts d'une seule pièce pour de grands navires. Son bois, de couleur claire et à grain fin, se laisse assez facilement courber pour entrer dans la construction des coques de vaisseau, mais il est un peu dur à travailler, d'ailleurs très résistant et capable de soutenir des charges énormes avant de se rompre.

L'*E. diversicolor*, auquel nous pouvons conserver le nom de *Karri*, qui ne fait pas double emploi, se présente donc comme un arbre forestier de premier ordre et tout à fait digne d'attirer l'attention de quiconque s'intéresse à la production du bois dans le midi de l'Europe, et à plus forte raison dans notre colonie algérienne. Il croît un peu moins vite que l'*E. globulus* et ne s'accommode pas aussi bien que lui des terrains secs ; il est aussi un peu plus sensible à la gelée ; néanmoins il réussit d'une manière satisfaisante en Provence, où on en voit d'assez nombreux sujets, encore jeunes mais déjà fleurissants dans les jardins de Cannes et de Nice. Il en existe aussi un certain nombre en Algérie (pépinière du Hamma, collections de MM. Trottier et Cordier, etc.), dont quelques-uns atteignent à 15 ou 16 mètres. C'est une espèce décidément naturalisée et qui produit déjà assez de graines chez nous pour pouvoir être propagée sur une vaste échelle.

(1) Cette exagération de la longueur de la tige relativement à son épaisseur n'est pas particulière à l'*E. diversicolor;* on l'observe sur la plupart des Eucalyptus, peut-être sur tous, quand ils ont été plantés trop serrés. Nous en avons de nombreux exemples à villa Thuret, où divers Eucalyptus (*cinerea*, *diversifolia*, *occidentalis*, *resinifera*, etc.), plantés dans un bois de chênes qui leur ont disputé le sol et la lumière, sont si grêles et si faibles qu'ils ne peuvent se soutenir qu'en s'appuyant sur d'autres arbres. Ce fait démontre combien l'espace et la lumière sont nécessaires aux Eucalyptus pour se développer convenablement.

f. — Ombelles axillaires pluriflores, pouvant contenir jusqu'à 25 fleurs et au delà.

1. Opercule 4 à 5 fois plus long que le tube du calice; étamines droites dans le bouton.

20. EUCALYPTUS CORNUTA.

Labillardière, *Voy.*, I, p. 403, tab. 20, et *Nov. Holl.*, II, p. 221; DC. *Prod.*, III, p. 216; Benth., *Flor. Austr.*, III, p. 234; F. Müll., *Select. Plants*, p. 117. — Non *E. cornuta*, *Bot. Mag.*, tab. 6140 (anno 1875), nec *Flor. des Serr.*, XXI, tab. 9.

E. arborea; cortice duro, ut videtur persistente; foliis in juventute rotundatis, petiolatis, demum ovato-lanceolatis lanceolatisque, interdum subfalcatis; umbellis multifloris; floribus breviter pedicellatis subsessilibusque; operculo in cornu longum producto, sæpe arcuato; staminibus in alabastro rectis nec inflexis; fructibus ovoideis, capsulis apice subexsertis, styli basi indurata mucronatis, 3-4-locularibus.

Uniforme, en ce sens que les feuilles y sont toujours alternes et pétiolées, mais celles du premier âge sont largement ovales, souvent même orbiculaires, rétuses ou apiculées, différentes par conséquent de celles d'un âge plus avancé, où elles deviennent insensiblement ovales-lancéolées ou même tout à fait lancéolées et coriaces, mais on y voit çà et là reparaître les formes plus élargies de l'état juvénile. Ces feuilles, surtout dans la jeunesse, sont d'une verdure vive, sans glaucescence marquée.

Jusqu'à ce jour l'*E. cornuta*, qui est assez répandu en Provence, n'a pas dépassé la taille de 7 à 8 mètres, mais j'en ai vu de beaucoup plus grands en Algérie, où il tend à devenir un arbre de moyenne grandeur. Son écorce est dure, lisse ou un peu crevassée, et, selon toute apparence, persistante. La floraison est tantôt précoce, tantôt tardive, suivant les individus, et j'en ai vu fleurir dès la troisième année, mais ce cas paraît exceptionnel et assez rare.

L'inflorescence est très caractéristique; c'est une ombelle axillaire, mais qui, par suite de la lenteur qu'elle met à se développer, se trouve assez souvent sur des parties de rameaux dont les feuilles sont tombées. Son pédoncule commun est un peu grêle, cylindrique, souvent plus long que le pétiole de la feuille adjacente; l'ombelle elle-même, quand elle est bien développée, est composée de 15 à

25 fleurs, quelquefois d'un plus grand nombre, tantôt presque sessiles, tantôt distinctement pédicellées. Le trait saillant de cette inflorescence est la figure de l'opercule, qui est de quatre à six fois plus long que le tube du calice (de là le nom spécifique de l'arbre), cylindrique, droit ou arqué, souvent obtus au sommet, un peu dilaté à la base. Lorsqu'il tombe, les étamines s'écartent en pinceau, mais sans beaucoup s'étaler; leur couleur est le blanc jaunâtre avec une légère teinte de vert. Le fruit mûr est de la grosseur d'un pois, pyriforme ou turbiné, et la capsule, dont le sommet dépasse un peu le bord du calice, se prolonge en une pointe qui n'est autre chose que la base élargie et endurcie du style; elle s'ouvre latéralement, au-dessous de cette pointe, par trois ou quatre fentes qui correspondent à autant de loges.

Cet eucalyptus croît assez vite, sans être comparable sous ce rapport à plusieurs autres espèces. Nous l'avons vu atteindre à 2 ou 3 mètres à sa troisième année, et sa tige rester comparativement grêle. Nous ne savons encore exactement à quelle taille il peut arriver avec le temps, ni s'il aura chez nous quelque utilité comme arbre forestier. Toutefois, M. Ferdinand Müller nous dit (*Select plants*, loc. cit.) que, dans le sud-ouest de l'Australie, l'*E. cornuta*, qui y porte le nom vulgaire de *Yate tree*, devient un grand arbre, qu'il croît rapidement dans les sols un peu humides, et que le bois en est dur, résistant, élastique et plus lourd que l'eau, même lorsqu'il est sec; aussi y est-il fort recherché des charpentiers, des menuisiers et des charrons, qui le préfèrent à tout autre bois du pays pour certains ouvrages. C'est aussi, ajoute-t-il, un des arbres de son genre qui supportent le mieux les climats intratropicaux chauds et humides.

Plusieurs auteurs ont confondu cette espèce avec l'*E. Lehmanni*, qui en est fort différent, ainsi qu'on en jugera par la description qui va suivre.

21. EUCALYPTUS LEHMANNI.

Benth., *Flor. Austr.*, III, p. 233; Hook., *Bot. mag.*, tab. 6140 (sub nomine *E. cornutæ*); Van Houtt., *Flor. des Serr.*, t. XXI, tab. 69, ex Hook., *l. c.* — *Symphyomyrtus Lehmanni* Schauer, in *Herb. Preiss.*, I, p. 127, ex Benth.

E. arbuscula aut frutex magnus, sæpius a basi ramosa, ample comosa et umbraculiformis, viridis nec glaucescens; cortice vetustiore in trunco et ramis exfoliato et caduco; foliis pro genere parvis, petiolatis, ut plurimum ellipticis ellipticovelanceolatis, nitidulis; inflorescentiis capituliformibus, multi-

floris; floribus in summo pedunculo valde dilatato et lignescente semiimmersis ideoque inter se quasi coalitis; operculo maximo, corniformi; capsula apice exserta, cuspidata, sæpius 3-loculari.

Uniforme, avec cette légère différence que les sept ou huit premières feuilles, toujours alternes et pétiolées, sont largement ovales ou obovales, d'un vert foncé et rendues mates par de très fines aspérités visibles à la loupe, tandis que celles qui suivront seront plus étroites, plus allongées, d'un vert plus clair et luisantes. Sur l'arbre adulte elles sont elliptiques, apiculées ou obtuses, longues de 4 à 5 centimètres sur 10 à 12 millimètres de large, sauf quelques variations, en plus ou en moins, de peu d'importance.

L'*E. Lehmanni* est certainement une des espèces les plus distinctes de tout le genre, et il serait difficile de le confondre avec aucun autre. Il présente même un caractère si particulier dans son inflorescence que Schauer, qui l'a décrit le premier, en faisait un genre distinct des Eucalyptus sous le nom de *Symphyomyrtus*, pour rappeler la coalescence des fleurs entre elles et leur immersion dans le sommet très dilaté du pédoncule commun. Cependant c'est un véritable Eucalyptus par ses caractères essentiels.

C'est un simple arbrisseau, aujourd'hui assez commun dans les jardins de la Provence maritime, où son introduction remonte à une trentaine d'années; il s'élève à 5 ou 6 mètres, formant par les nombreuses ramifications de sa tige et de ses branches une large tête arrondie en dôme. Arrivé à l'âge adulte, son écorce s'exfolie et tombe en petites loques ou feuillets comme celle des vieux Mélaleucas, qu'il rappelle d'ailleurs par son port et sa taille. Les capitules floraux naissent comme d'ordinaire à l'aisselle des feuilles; mais, comme ils sont lents à se développer, les feuilles qui les accompagnent sont presque toujours tombées au moment de la floraison, ce qui peut faire croire au premier abord qu'ils se sont formés sur la base dénudée des rameaux. Leur pédoncule est remarquable par son aplatissement, son épaisseur et sa largeur, qui est quelquefois de plus d'un centimètre, et qui devient ligneux et très dur; il se dilate, à son sommet, en une sorte de réceptacle dans lequel les fleurs, malgré leur grosseur et leur grand nombre (de 15 à 25 et quelquefois plus), sont immergées par leur base, et si serrées qu'elles contractent même des adhérences entre elles. Ce qui n'est guère moins exceptionnel, c'est l'énormité de leur opercule, prolongé en forme de corne droite ou arquée, le plus souvent obtus à son extrémité, dilaté à la base, long de 4 à 5 centimètres, et dans lequel les étamines ont

tout l'espace nécessaire pour s'allonger et rester droites. Avant la floraison ces opercules, dirigés dans tous les sens et diversement courbés, rappellent quelque peu une tête de méduse. Après la chute des opercules les étamines, trop longues et trop faibles pour se soutenir, restent pendantes comme une chevelure; leur couleur est le jaune pâle, tirant un peu sur l'orangé, et quelquefois le jaune verdâtre.

La capsule de cette espèce a beaucoup d'analogie avec celle de l'*E. cornuta*. Comme cette dernière, elle es un peu exserte par sa partie supérieure, conique et prolongée en une pointe ligneuse, longue souvent de plus d'un centimètre, et qui résulte de la persistance de la base du style. Les valves restent adhérentes entre elles par leur sommet, mais elles s'écartent l'une de l'autre un peu plus bas, formant ainsi trois et quelquefois quatre ouvertures, par lesquelles s'échappent les graines; ces dernières sont anguleuses et dépourvues d'appendices. Les cotylédons, sur la plante récemment germée, sont largement cordiformes, profondément échancrés et à lobes divergents. Par suite de sa petite taille et par la bizarrerie de son inflorescence, l'*E. Lehmanni* ne peut être chez nous qu'un curieux arbrisseau d'ornement. J'ajoute qu'il est moins rustique que beaucoup d'autres espèces du genre, et en particulier que l'*E. globulus*.

2. Opercule à peu près de même longueur que le tube du calice, ou plus court que lui; étamines infléchies dans le bouton.

22. EUCALYPTUS ROBUSTA.

Smith, *Bot. Nov. Holl.*, p. 40, tab. 13 (ex Benthamio), et in *Trans. Linn. Soc.*, III, p. 283; DC. *Prod.* III, p. 216; Benth., *Flor. Austr.*, III, 228; F. Müll., *Eucalyptogr.*, VII, n° 9, et *Select Plants*, p. 127. — *E. rostratus* Cavan., *Icones*, IV, 33, tab. 342. — *Swamp mahogany* Australianorum.

E. arborea, dense comosa; cortice persistente; foliis ovato-lanceolatis, acuminatis, viridibus, supra lucidis; nervis lateralibus tenuibus, crebris, parallele divergentibus; umbellis axillaribus, 9-13-floris, pedunculo robusto ancipiti fulcratis; floribus majusculis, breviter pedicellatis subsessilibusve; operculo hemisphærico, in acumen longum producto, albo aut albicante; fructibus (in apice pedunculi communis fere capitatis) oblongo-ovoïdeis, superne nonnihil constrictis; capsula inclusa, ut plurimum triloculari.

Uniforme. L'*E. robusta* est un arbre superbe qui, dans la Nouvelle-Galles du Sud, s'élève à plus de 30 mètres, sur un tronc dont la circonférence, au niveau du sol, dépasse communément 3 mètres. Il est remarquable par la beauté de son feuillage, grand, lustré, d'une verdure foncée, de forme ovale-oblongue, arrondi à la base, acuminé au sommet et parcouru de nervures fines, serrées, parallèles entre elles et divergeant de la nervure médiane sous un angle très ouvert (1). Ses fleurs, en ombelles axillaires, ordinairement au nombre de plus de sept, sont relativement grandes, sensiblement pédicellées, et, au moment de s'ouvrir, elles tranchent déjà par la blancheur de leur calice et de leur opercule sur la verdure du feuillage. L'opercule, plus ou moins longuement acuminé, est presque hémisphérique à sa partie inférieure, qui, assez souvent, déborde le contour du tube calicinal. Les fruits, réunis en une sorte de capitule au sommet du pédoncule commun, sont ovoïdes-oblongs, un peu resserrés au sommet, lisses ou quelquefois relevés d'une côte longitudinale peu visible, et du volume d'un gros pois; la capsule y est assez profondément incluse et laisse voir, à la maturité, les trois ou quatre ouvertures béantes par lesquelles s'échappent les graines.

Le nom de *Swamp mahogany* (acajou des marais) donné à l'*E. robusta* par les colons australiens indique les lieux où il se plaît : ce sont les fonds marécageux où l'eau reste longtemps stagnante, principalement au voisinage de la mer; c'est là qu'il prend son plus beau développement, et il est du petit nombre d'espèces congénères capables de vivre dans de telles conditions (2). Cette qualité en fera un arbre précieux pour les localités basses et insalubres du midi de l'Europe et surtout de l'Algérie, dans la région des Chotts, actuellement si dépourvue de végétation arborescente; son bois est d'ailleurs recherché pour tous les genres de constructions; il est rougeâtre (de là le nom de *mahogany*), compacte, difficile à fendre, très imprégné d'oléo-résine, ce qui le rend presque inattaquable aux insectes, et de longue durée à l'humidité. L'introduction de ce bel Eucalyptus étant encore récente chez nous, les plus grands exemplaires de nos jardins de Provence n'ont guère que 6 à 7 mètres de hauteur, mais ils fleurissent déjà à cette taille et mûrissent des graines. Au point de vue décoratif, pour les parcs et les jardins d'agrément, on peut le ranger parmi les arbres de premier ordre.

(1) Ce mode de nervation se rencontre dans plusieurs autres espèces d'Eucalyptus et nous en avons vu un exemple dans l'*E. botryoides*.

(2) The tree seems to thrive best in low sour swampy ground near the seacoast; where other Eucalypts look sickly, *E. robusta* is the picture of perfect health. W. Kirton, d'après M. F. Müller.

23. EUCALYPTUS DIVERSIFOLIA.

Bonpl., *Nav. et Malm.*, p. 35, tab. 13; DC. *Prod.*, III, p. 220, n° 38; — Species a Benthamio pro *E. viminali* perperam desumpta.

E. arborea, excelsa; cortice vetustiore in pannos secedente truncumque lævem relinquente; foliis in prima juventute oppositis sessilibusque, oblongo-ellipticis; in arbore adolescente alternis, petiolatis, lanceolatis, modice aut non falcatis, coriaceis, rigidis nitidulisque; umbellis axillaribus, pedunculatis, sæpius 9-11-floris; floribus breviter pedicellatis, operculo breviter conico; fructibus late turbinatis, sublignosis, superne applanatis; capsula tubum calycinum æquante, ut plurimum 4-loculari totidemque rimis aperta.

Espèce biforme. Dans le premier âge les feuilles sont opposées et sessiles, elliptiques, plus ou moins obtuses au sommet, mais cette forme juvénile ne tarde pas à faire place à celle qui caractérise l'âge adulte. A ce dernier état elles sont alternes, pétiolées, lancéolées, de moyenne grandeur pour le genre, variant de 6 à 12 centimètres de longueur sur 6 à 12 millimètres de large, coriaces, raides, luisantes sur les deux faces, généralement dressées plutôt que pendantes, peu ou point courbées en faux et le plus souvent aiguës au sommet. Les ombelles sont axillaires, de neuf à onze fleurs (sauf les cas d'appauvrissement ou d'avortement), assez courtement pédicellées pour que les fruits forment une sorte de glomérule ou de capitule au sommet du pédoncule commun. L'opercule est court et conique, sans caractère particulier, mais le fruit est très caractéristique de l'espèce : il est de la grosseur d'un pois ou même un peu plus gros, courtement turbiné, plat en dessus, ligneux et dur; la capsule affleure exactement le contour du tube calicinal; ses valves, sans se redresser, s'écartent l'une de l'autre, donnant lieu par là à une ouverture cruciforme lorsqu'elle est à quatre loges, ce qui est le cas le plus ordinaire. Les graines superficielles, un peu grosses et sans appendices, font saillie entre ces ouvertures.

Cet arbre, que M. Bentham a confondu avec l'*E. viminalis*, dont il est très différent, me paraît un des moins variables du genre. Je l'ai toujours trouvé très semblable à lui-même dans divers jardins de Provence (Nice, Antibes, Saint-Raphaël, Hyères, Toulon), ainsi qu'à la pépinière du Hamma, près d'Alger, où il atteint 12 à 15 mètres de hauteur. C'est certainement un des premiers Eucalyptus qui aient

été introduits en France, peut-être le premier de tous, puisqu'il était cultivé à la Malmaison dès le commencement du siècle, et qu'il fleurissait lorsqu'en 1813 Bonpland publiait ses descriptions de plantes de cet établissement. La figure qu'il en donne le fait d'ailleurs facilement reconnaître. A la même époque l'arbre était aussi cultivé au jardin de la Marine, à Toulon, ainsi qu'en fait foi une note de M. Robert, alors directeur de ce jardin, qui l'avait reçu directement de la Malmaison. Je dois la communication de cette note à M. Chabaud, botaniste de la marine au jardin de Saint-Mandrier, près Toulon, et c'est elle qui m'a mis sur la voie pour reconnaître l'espèce.

Je n'ai aucun renseignement sur la valeur forestière de l'*E. diversifolia*, resté jusqu'ici simple arbre d'ornement dans les jardins.

24. EUCALYPTUS OBLIQUA.

L'Héritier, *Sert. angl.*, p. 18, tab. 20; DC. *Prod.*, III, 219; Benth. *Flor. Austr.*, III, 204; F. Müller, *Eucalyptogr.*, fasc. III, n° 5 et in aliis locis. — *E. gigantea* Hook. in *Lond. Journ. of Bot.*, VI, 479, et *Flor. Tasm.*, I, 136, tab. 28. — ?? *E. longifolia Bot. Reg.*, tab. 947. — Vulgo *Stringy bark tree* in Victoria, *Messmate tree* in Tasmania (ex Müll., *Select Plants*, p. 124).

E. arborea, procerrima, micrantha; cortice fibroso in truncis adultis persistente; foliis rigidis, lanceolatis, falcatis, acutis, basi sæpissime inæquilateris, utraque pagina viridibus et lucidis; umbellis axillaribus, multifloris, pedunculatis; alabastris clavatis in pedicellum attenuatis; operculo hemisphærico, obtuso aut vix apiculato; fructibus (crassitudine pisi) pyriformi-obovoideis subglobosisque, extus obsolete costulatis et rugulosis; capsula inclusa, 3-4-loculari.

Presque biforme. Je n'en ai pas vu l'état juvénile, mais, d'après la figure de l'Eucalyptographie de M. Ferdinand Müller, les feuilles du premier âge sont largement ovales, un peu grandes, apiculées au sommet, échancrées et cordiformes à la base, toutes d'ailleurs pétiolées et alternes; elles paraissent avoir beaucoup de ressemblance avec celle de l'*E. diversicolor* de même âge.

L'*E. obliqua* est un arbre de croissance rapide et de la plus grande taille, car il atteint, dans les localités les plus favorables, jusqu'à 90 mètres de hauteur sur un tronc de 3 mètres et plus de diamètre, mais il est souvent beaucoup moins élevé, et on le voit quelquefois fleurir à l'état de simple sous-arbrisseau de 2 à 3 mètres. Il abonde dans l'Australie méridionale, et surtout en Tasmanie, où il constitue de vastes forêts, recherchant surtout les sols siliceux et escarpés

des montagnes, sans arriver toutefois à la région alpine. Les colons australiens lui donnent le nom de *Stringy bark* (écorce fibreuse), qu'ils appliquent d'ailleurs à plusieurs autres espèces. En Tasmanie il est plus connu sous le nom de *Messmate*, qui paraît aussi ne pas lui appartenir exclusivement.

Je n'en connais jusqu'ici qu'un seul sujet adulte, haut d'une vingtaine de mètres; c'est un des beaux arbres du jardin de M. Mazel, au golfe Jouan; il fleurit tous les ans et produit beaucoup de graines qu'il y aurait intérêt à utiliser. Je fais remarquer en passant que, dans quelques jardins de Provence, et bien d'autres probablement, on donne le nom d'*obliqua* à l'*E. Gunnii*, qui est beaucoup plus répandu. Les deux arbres sont cependant fort différents et peuvent se distinguer l'un de l'autre au premier coup d'œil.

L'*E. obliqua* s'élève droit, formant une belle tige couronnée par un feuillage épais d'un vert clair et luisant. Ses feuilles, longues en moyenne de 10 à 12 centimètres, larges de 1 à 2, sont coriaces, raides, aiguës, souvent inéquilatères à la base, plus ou moins courbées en faux et criblées de glandes oléo-résineuses plus visibles à la loupe qu'à l'œil nu. Un des caractères saillants de l'espèce est la petitesse de ses fleurs et son inflorescence, qui consiste en ombelles axillaires un peu courtement pédonculées et essentiellement pluriflores, c'est-à-dire composées normalement de plus de sept fleurs, ordinairement de neuf à quinze, quelquefois de beaucoup plus. Les boutons de ces fleurs, avant la chute de l'opercule, sont claviformes (en forme de massue), atténués en un court pédicelle, terminés par un opercule hémisphérique obtus ou à peine apiculé, criblé de glandes oléo-résineuses. Les fleurs ouvertes (l'ensemble des filets staminaux) ont à peine 1 centimètre de largeur; leurs anthères sont réniformes, c'est-à-dire dont les deux loges sont confluentes à leur sommet et ouvertes par une fente qui est commune à toutes deux. Le fruit mûr est sensiblement obovoïde-pyriforme, un peu contracté au contour du bord calicinal, grisâtre et couvert de petites rugosités, dont quelques-unes affectent la forme de côtes longitudinales, d'ailleurs peu saillantes et peu régulières; les glandes oléo-résineuses y sont alors devenues très visibles.

Au point de vue utilitaire l'*E. obliqua* est un des arbres les plus intéressants de l'Australie et de la Tasmanie, non seulement parce que son abondance permet de l'y exploiter sur une grande échelle, mais aussi parce que son bois est doué de qualités particulières qui le font apprécier entre beaucoup d'autres. Il est comparativement léger, facile à fendre et à scier, et se prête à tous les besoins de la charpente et de la menuiserie; il est d'ailleurs d'une bonne durée quand on le tient au sec, mais il se détériore rapidement en terre ou

dans l'eau. Son écorce, épaisse et filandreuse, enlevée par grandes pièces, sert à couvrir les hangars et autres menues constructions rurales; broyée et soumise à de certaines préparations, on en fabrique du carton, du papier d'emballage et même du papier à écrire. Par compensation cette écorce est pauvre en tannin proprement dit, et, sous ce rapport, fort inférieure à celle de plusieurs autres Eucalyptus; mais l'arbre reprend ses avantages en ce que, dans des sols de la plus médiocre qualité, il croît vite et produit beaucoup de bois. Même dans sa contrée natale il y aurait, au dire de M. Ferdinand Müller, un réel avantage à en créer de nouvelles forêts, attendu que celles qu'on exploite aujourd'hui finiront par s'épuiser. Il est presque superflu d'ajouter qu'un arbre qui croît sur les montagnes de la Tasmanie, où la température est insuffisante pour amener la maturité du raisin, a toutes les chances de se naturaliser dans le midi méditerranéen de la France, peut-être même dans les landes de Bordeaux.

Rappelons, en terminant l'histoire de l'*E. obliqua*, qu'il a été la première espèce du genre qu'on ait découverte, et la première qui ait été décrite sous le nom d'*Eucalyptus*, par le botaniste français L'Héritier en 1788.

25. EUCALYPTUS AMYGDALINA.

Labill., *Plant. Nov. Holl.*, II, p. 14, tab. 154; DC. *Prod.*, III, p. 219; Hook., *Bot. Mag.*, n° 3260 (?); Benth., *Flor. Austr.*, III, p. 202 (partim?); F. Müll., *Fragm.*, II, p. 53 (partim?), et *Eucalyptogr.*, fasc. V, n° 1 (partim?). — Vulgo *White peppermint tree*, *Giant gum tree*, *Swamp gum tree* et *Mountain ash*.

E. arborea, dense comosa, micrantha; fronde tenui intense virente; cortice in pannos aut laminas solubili; foliis anguste lanceolatis linearibusve, utrinque acutis, rectis aut aliquando subfalcatis; umbellis axillaribus, multifloris; alabastris clavatis, in pedicellum attenuatis; operculo brevissimo, obtuso aut vix apiculato; fructibus pyriformi-truncatis; capsula inclusa, 3-4-loculari.

Peu d'Eucalyptus ont une nomenclature plus embrouillée que celui-ci et ont donné lieu à plus de contradictions entre les auteurs qui ont eu à en parler. Je me hâte de dire que la diagnose ci-dessus, faite d'après les arbres adultes très uniformes, très semblables les uns aux autres, qu'on trouve dans diverses localités de Provence, concorde de tous points avec la description que de Candolle (*l. c.*) a faite de

l'*Eucalyptus amygdalina*, sur les échantillons de Labillardière. Pour lever tous les doutes, s'il pouvait encore en rester, j'ai envoyé des échantillons très complets de nos arbres à M. Ferdinand Müller, qui n'a pas hésité à y reconnaître la variété à feuilles étroites de l'*amygdalina*, mais il reste à savoir si cette variété n'est pas le type même de l'espèce, comme j'ai tout lieu de le croire, et si les autres variétés qu'on en rapproche ne sont pas autant d'espèces distinctes. Il me paraît extrêmement probable que, par suite de quelque confusion dans les herbiers et d'observations erronées de quelques collecteurs, tous les botanistes qui, après De Candolle, ont décrit l'*E. amygdalina*, ont confondu sous ce nom deux ou trois espèces, peut-être même un plus grand nombre, et parmi elles les *E. coriacea, obliqua* et *viminalis*. Le fait que ces trois arbres sont originaires des mêmes localités que l'*amygdalina* suffit pour expliquer bien des méprises de la part des collecteurs et des voyageurs (1).

Si nous nous en tenons à la forme qui nous est connue de l'*E. amygdalina*, nous dirons que cette espèce appartient au groupe des uniformes, car il n'y a guère que les huit ou dix premières feuilles, après les cotylédons, qui soient à peu près opposées et sessiles; elles sont d'ailleurs étroites et linéaires comme les suivantes, qui deviennent alternes et pétiolées. Ces feuilles longues et étroites, d'une verdure foncée, impriment à l'arbre adulte un aspect qui le fait reconnaître de prime abord, si caractéristique que, même de loin, on le distingue de tout autre arbre du même genre. Son écorce, d'abord rugueuse et brunâtre, finit par se détacher en lamelles qui laissent le tronc lisse et de couleur plus claire, mais c'est un caractère sur lequel je n'insiste pas à cause de son irrégularité. Les rameaux extrêmes sont grêles et un peu pendants et se couvrent d'une abondante floraison. Les feuilles sont constamment pétiolées, linéaires, très aiguës, longues de 5 à 10 centimètres, larges de 2 à 4 millimètres, un peu raides, très vertes en dessus, sans nervures latérales bien apparentes, et criblées de petites glandes facilement reconnaissables à la loupe et même à l'œil nu. L'inflorescence, quoique très analogue à celle de l'*E. obliqua*, n'est pas moins caractéristique : c'est une ombelle axillaire pluriflore, mais où le nombre des fleurs est très variable. Il peut y en avoir moins de sept, mais ordinaire-

(1) Je note que dans l'*Eucalyptographia* de M. F. Müller (*l. c.*) la figure de l'*E. amygdalina* ressemble beaucoup plus à l'*E. coriacea* (*E. pauciflora* Müll.) qu'à l'*amygdalina* tel que nous le possédons ici. De plus, la forme juvénile représentée dans la même planche me paraît être celle de l'*E. viminalis*. Peut-être y a-t-il eu confusion dans les échantillons d'herbier qui ont servi au dessinateur de ces figures.

ment on en compte de neuf à quinze, et quelquefois beaucoup plus. Ces fleurs sont très petites, façonnées en massue (claviformes) avant la floraison, graduellement atténuées en pédicelle et criblées de glandes oléo-résineuses plus visibles que celles des feuilles. L'opercule, en forme de calotte hémisphérique, est le plus souvent obtus, quelquefois surmonté d'un très court mamelon. Les fruits, dont le volume à la maturité ne dépasse guère celui d'une graine de chènevis, sont exactement pyriformes-tronqués, et le bord du tube calicinal y dépasse toujours le sommet de la capsule.

Dans la plupart des jardins où je l'ai rencontré l'*E. amygdalina* portait le nom d'*E. piperita*, ce qui s'explique par un des noms vulgaires (*Peppermint tree*) sous lesquels il est connu en Tasmanie, mais le véritable *E. piperita*, figuré dans l'*Eucalyptographia* du baron Müller (3e décade, n° 8), est un arbre fort différent. D'un autre côté, plusieurs horticulteurs vendent sous le nom d'*amygdalina* un Eucalyptus qui n'est autre chose que le *viminalis*, espèce absolument différente par son port, son feuillage et son inflorescence, ainsi que je l'ai dit plus haut.

Dans cette confusion de la nomenclature, et au milieu des contradictions qu'on relève dans les récits des voyageurs, il nous est difficile de nous faire une idée de la taille à laquelle l'*E. amygdalina* peut atteindre dans sa contrée natale. Suivant les uns, c'est un arbre de quatrième ou tout au plus de troisième grandeur; pour d'autres, et en particulier pour M. F. Müller, c'est l'arbre le plus colossal du genre et peut-être le plus grand arbre qui existe sur la terre (1). On en a mesuré, assure-t-il, des exemplaires de 130, 135, et même de 150 mètres, dont le tronc, à hauteur d'homme, avait jusqu'à 5 mètres et plus de diamètre. Il cite en particulier un arbre qui, au niveau du sol, avait plus de 20 mètres de tour, et dont la tige, à la hauteur de 65 mètres, avait encore une circonférence de plus de 4 mètres. Ces énormes proportions appartiennent à la variété que M. Müller désigne sous le nom d'*E. regnans*, dont l'identité spécifique avec l'*E. amygdalina* de Labillardière et de De Candolle est douteuse ou tout au moins à vérifier. D'après le même auteur, cet arbre se développe tout aussi rapidement que l'*E. globulus*, et il est beaucoup plus rustique. C'est aussi le plus riche du genre en huiles volatiles, et celui que recherchent le plus les dis-

(1) « This Eucalyptus is one of the most remarkable and important of all plants in the whole creation! Viewed in its marvellous height when standing forth in its fullest development on the slopes or within glens of mountain-forests, it represents probably the *tallest of all trees of the globe* ». F. Müll., *Eucalyptogr.*, *l. c.*

tillateurs établis en Australie (1). Son bois sert d'ailleurs à de nombreux usages, quoique moins fort que celui de beaucoup d'autres espèces.

Au total, c'est un arbre d'un haut intérêt pour nous, mais il est à regretter qu'il y ait encore tant d'incertitude sur la distinction des espèces, races ou variétés que les auteurs ont réunies sous ce nom d'*E. amygdalina*, incertitude qui peut avoir de fâcheuses conséquences pour les agriculteurs et les forestiers.

26. EUCALYPTUS ROSTRATA.

Schlechtendal in *Linnæa.*, XX, 655; Benth., *Flor. Austr.*, III, p. 240; F. Müll., *Eucalyptogr.*, IV, n° 7, et in aliis locis. — Non *E. rostratus* Cavan., *Icones*, IV, tab. 342. — Vulgo *Red gum* apud Australianos.

E. arborea, dense frondosa, micrantha, copiose florifera; cortice vetustiore in lamellas abeunte et truncum obscure marmoratum relinquente; ramulis extremis gracilibus pendentibus; foliis anguste lanceolatis, rectis aut vix falcatis; umbellis axillaribus, multifloris, graciliter pedunculatis; alabastris globosis, longiuscule pedicellatis, tubo calycino brevi, operculo in acumen producto; capsula semiexserta, stylo persistente rostrata, sæpius 4-loculari.

Espèce uniforme (2), les feuilles du premier âge étant lancéolées et alternes, peu différentes, par conséquent, de celles de l'âge adulte. Quoique sujet à varier, comme presque toutes les espèces du genre, l'*E. rostrata* est une des plus faciles à reconnaître parmi celles que nous possédons. Il se peut que de nouvelles espèces qui seront introduites ultérieurement rendent sa distinction plus difficile en se nuançant avec lui.

(1) Voici, d'après M. Bosisto, chimiste distillateur, à Melbourne, la teneur comparative, en huiles essentielles, des six espèces d'Eucalyptus les plus ordinairement employées dans cette industrie. Pour 100 parties de feuilles en poids,

L'*E. amygdalina* donne....	3,313	d'huile volatile.
L'*E. oleosa*....................	1,250	—
L'*E. leucoxylon*................	1,060	—
L'*E. goniocalyx*................	0,914	—
L'*E. globulus*...........	0,719	—
L'*E. obliqua*...................	0,500	—

F. Müller, *Select Plants*, p. 115.

(2) C'est par erreur que, dans une note antérieurement publiée, je l'ai indiqué comme ayant les feuilles opposées et arrondies à l'état juvénile.

Tel que nous le connaissons aujourd'hui, l'*E. rostrata* est un arbre déjà de grande taille (18 à 20 mètres) dans divers jardins de Provence, où son introduction ne paraît pas cependant remonter à plus d'une quinzaine d'années. Sa croissance est assez rapide pour que, dès l'âge de dix ans, s'il est en bon sol, surtout un peu humide, sa tige, à hauteur d'homme, mesure un mètre de tour. Sa tête, touffue, prend généralement une forme pyramidale, laissant pendre ses derniers rameaux, ainsi que ses feuilles, qui sont d'une verdure un peu grisâtre, quoique sans pulvérulence. Arrivé à un certain âge, c'est-à-dire lorsqu'il commence à fleurir, les couches superficielles de son écorce se détachent par plaques irrégulières, un peu comme celles de nos platanes, laissant des places de couleur claire, qui bientôt passent au gris, puis au rougeâtre et au brun, d'où il résulte des sortes de marbrures qui suffisent souvent pour faire reconnaître l'espèce. Outre ce dépouillement graduel de l'écorce superficielle, on voit se former sur le tronc de profondes fissures ou crevasses longitudinales, longues quelquefois de plusieurs mètres, qui entament l'écorce presque dans toute son épaisseur. Les feuilles, généralement pendantes, droites ou peu arquées, varient de grandeur; en moyenne elles ont de 12 à 15 centimètres de long sur 2 à 2 1/2 de large.

Les caractères les plus distinctifs de l'espèce nous sont fournis par l'inflorescence, les fleurs et les fruits. Ces inflorescences sont des ombelles axillaires, à pédoncules grêles, souvent plus longs que le pétiole de la feuille adjacente et portant quelquefois deux bractées ou petites feuilles au-dessous des fleurs, ce qui semble indiquer que l'ombelle est composée. Quelquefois même elle affecte la forme d'une petite panicule contractée. Les fleurs y sont en nombre variable, en moyenne de quinze à vingt-cinq, tantôt plus, tantôt moins, et un peu longuement pédicellées. Au moment de s'ouvrir les boutons sont à peine de la grosseur d'un grain de chènevis, souvent même plus petits; le tube du calice est court, hémisphérique et surmonté d'un opercule à peu près de même forme, mais prolongé en une pointe aiguë, de même longueur que le bouton tout entier, du moins dans les cas les plus ordinaires, car il y a quelques exceptions que nous signalerons plus loin. Les fleurs ouvertes sont blanches, larges de 10 à 12 millimètres, et elles exhalent une odeur de miel assez prononcée. Le fruit mûr est sensiblement plus gros que ne l'était l'ovaire au moment de la floraison. Le tube du calice s'est élargi, et son bord reste distinct de la capsule qui le dépasse d'un tiers ou d'un quart de sa longueur; elle est d'ailleurs conique et prolongée en pointe par la base persistante du style, et elle s'ouvre par l'écartement de ses valves, qui restent dressées après la chute des raines. Cette forme particulière du fruit est à noter parce

qu'elle fournit un moyen de distinguer l'*E. rostrata* non seulement du *tereticornis*, avec lequel quelques auteurs sont tentés de le réunir, mais aussi de plusieurs autres espèces ou sous-espèces voisines du *tereticornis*, qui ont comme lui la capsule exserte et le fruit ovoïde ou sphérique. Dans toutes ces espèces, d'ailleurs, le contour du tube calicinal n'est plus distinct sur le fruit; il y est seulement indiqué par une cicatrice annulaire, et la capsule est obtuse et non conique-acuminée comme dans le *rostrata*. Le port de ces arbres et leur feuillage sont d'ailleurs assez différents de ceux du *rostrata* pour qu'on ne soit pas très exposé à les confondre avec lui.

Les variations les plus notables qui me soient aujourd'hui connues dans l'espèce qui nous occupe consistent dans l'inégalité de la grosseur des fleurs et des fruits et la longueur relative du bec de l'opercule. J'ai trouvé en Algérie et à Hyères des individus d'*E. rostrata* dont les boutons sont du double plus gros que ceux de la variété ordinaire la plus commune et, en même temps, moins nombreux dans l'ombelle; le bec de l'opercule y est relativement moins long, le fruit plus gros (presque de la grosseur d'un pois), et peut-être aussi plus déprimé, c'est-à-dire plus large que long. D'autres variétés se distinguent, au contraire, par la longueur exagérée du rostre de l'opercule, ce qui leur a valu le nom de *longirostris*. Ces variations, et sans doute d'autres encore, ne sont probablement qu'individuelles et, dans tous les cas, ne peuvent pas faire méconnaître l'espèce si on s'est bien pénétré de ses caractères essentiels.

L'*E. rostrata* est un des plus intéressants de tout le genre, et qu a fait chez nous ses preuves de rusticité. Sans être encore très répandu, on le trouve dans beaucoup de jardins, à Toulon, Saint-Mandrier, Hyères, Cannes, Antibes, Nice, etc. Je l'ai aussi rencontré en Algérie, et même à Perpignan, où il ne paraît pas souffrir du froid. Il est, en même temps, du très petit petit nombre d'Eucalyptus dont on peut essayer la culture avec un certain succès dans les pays intratropicaux chauds et humides, car il réussit dans le nord de l'Inde, ainsi qu'aux îles Maurice et de la Réunion, où il résiste mieux que la plupart des autres arbres à la violence des ouragans.

Comme arbre d'ornement l'*E. rostrata* est un des plus recommandables et, sous ce rapport, il est supérieur au *globulus*, mais c'est surtout comme arbre forestier qu'il doit nous intéresser. En Australie son bois passe pour un des meilleurs du pays, peut-être le meilleur de tous pour les ouvrages de grande charpente et surtout pour les constructions navales (1); il est rouge brunâtre, ce qui lui

(1) Dans un rapport adressé en 1877 au ministre de l'agriculture et du commerce, par le consul de France à Melbourne, nous lisons que de tous les bois

a valu son nom de *Red gum*. Il est compacte, lourd, d'une très longue durée, même dans l'eau, inattaquable aux insectes et aux tarets, ce qu'il doit, selon toute vraisemblance, aux fortes proportions d'hydrocarbones (résine kino, acides eucalypto-gallique, eucalypto-tannique, eucalyptoïque, eucalyptine, etc.). Par compensation il est pauvre en acide tannique proprement dit, et son écorce ne pourrait être employée avantageusement au tannage des cuirs.

Moins grand que le *globulus*, l'*E. rostrata* arrive cependant à de fortes proportions. Des arbres de 30 à 35 mètres ne sont pas rares en Australie, et, dans des circonstances, il est vrai, exceptionnellement favorables, on l'a vu dépasser 60 et même 70 mètres sur un tronc de 3 à 4 mètres de diamètre. Les sites qu'il affectionne sont les bords des rivières ainsi que les terrains bas, noyés par les pluies d'hiver et où l'eau reste stagnante pendant une partie de l'année. Il ne craint même pas l'eau légèrement saumâtre, et néanmoins il résiste à la sécheresse aussi bien ou même mieux que le *globulus*. Toutes ces qualités en font un arbre précieux pour l'Algérie, et c'est peut-être avec lui, ainsi qu'avec l'*E. robusta*, qu'on parviendra à reboiser la région saharienne, si dénudée et si torride aujourd'hui. On ne saurait préjuger d'avance le résultat d'une pareille opération, mais il suffit qu'elle ait des chances de succès pour qu'on soit encouragé à l'entreprendre sur quelques points et comme simple expérience.

ndigènes d'Australie le *Red gum* ((*E. rostrata*) est le plus dense et le plus dur, qu'il ne se déjette pas, qu'il n'est pas sujet à se fendre comme d'autres bois d'Eucalyptus, qu'il ne se détériore pas dans les terres humides, ni même dans l'eau douce ou salée, en un mot, qu'il n'a pas son égal comme bois de construction pour charpentes, navires, traverses de chemin de fer, pièces de charronnage, supports de machines, poteaux télégraphiques, etc.

Pour ce dernier usage la durée des bois d'Eucalyptus varie suivant les espèces. Des expériences prolongées ont établi que des poteaux télégraphiques d'*E. globulus* et d'*E. melliodora* durent dix-huit ans, ceux d'*E. obliqua* onze ans, et ceux d'*E. rostrata* vingt ans; aussi le gouvernement de Victoria recette-t-il aujourd'hui, pour ces divers services, tous les bois autres que ceux de cette dernière espèce. Son unique défaut est d'être rebelle à la fente à cause de l'enchevêtrement de ses fibres et de ne pouvoir être converti en merrain par es procédés ordinaires, mais ce défaut est largement compensé par d'autres avantages, au nombre desquels il faut compter non seulement la rapidité de la croissance de l'arbre, mais aussi son aptitude à vivre dans des terrains marécageux. On jugera de l'importance de son exploitation en Australie par ce fait que le réseau télégraphique, presque entièrement soutenu par des poteaux d'*E rostrata*, dépassait déjà, en 1877, 38 000 kilomètres.

27. EUCALYPTUS RISDONI.

Hook. in *Lond. Journ. of Bot.*, VI, p. 477, et *Plant. Tasm.*, I, p. 133, tab. 21; Benth., *Flor. Austr.*, III, 203. — Vulgo *Risdon* et *Drooping-gum.*

E. arborea, tota pruinoso-candicans; foliis in prima ætate (aliquando et in adulta) sessilibus, oppositis nec raro per paria connatis, triangulari-lanceolatis acutisque, ulterius alternis petiolatis lanceolatis; umbellis axillaribus, 9-15-floris aut amplius, pedunculo gracili suffultis; alabastris claviformibus, in pedicellum brevem attenuatis; operculo hemisphærico, obtuso; fructibus glomeratis, globosis; capsula modice inclusa, 4-5-loculari.

Biforme et fleurissant à l'état juvénile, qui semble durer longtemps, et peut-être toujours sur certains individus. Chez nous, où son introduction est toute récente, ce n'est encore qu'un grand arbrisseau de 4 à 6 mètres, remarquablement glauque et même presque blanc, surtout dans ses parties les plus jeunes, et dont la tige est annelée de distance en distance par les cicatrices qui ont suivi la chute des feuilles du premier âge. Dans cette première période de la vie de l'arbre les feuilles sont opposées par paires, embrassantes, souvent connées, presque triangulaires et aiguës, longues de 4 à 6 centimètres, sur 2 à 3 de large. A l'état adulte elles deviennent alternes, pétiolées, plus ou moins étroitement lancéolées, quelquefois courbées en faux, mais elles restent toujours glauques ou pruineuses-blanchâtres.

Les ombelles florales, ordinairement composées de neuf à quinze fleurs, quelquefois plus, naissent indifféremment sur la forme juvénile et sur la forme adulte. Dans le premier cas elles sont longuement pédonculées, plus courtement dans le second, au moins sur les exemplaires que j'ai pu observer. Ses fleurs, plutôt petites que moyennes, sont courtement pédicellées par l'atténuation graduelle du tube calicinal, et leur opercule, en forme de calotte, est court et obtus. Les fruits, agglomérés en une sorte de gros capitule au sommet du pédoncule commun, sont sphériques, tronqués au sommet et du volume d'un grois pois. La capsule y est incluse, et ses valves, très courtes, n'arrivent pas à la hauteur du contour calicinal. Elle est tantôt à quatre, tantôt à cinq loges.

J'ai trouvé dans la collection de M. Cordier, à Alger, plusieurs arbres reçus sous le nom de *Risdoni*, âgés de huit à dix ans, et déjà hauts de 12 à 15 mètres. Leur tronc blanc rappelait assez bien celui

de l'*E. viminalis*, et par les repousses de leurs pieds, à feuilles opposées et blanchâtres comme à l'état juvénile, il m'a paru qu'on pouvait les rapporter à l'*E. Risdoni*, mais n'en ayant pas vu les fleurs ni les fruits je ne puis rien affirmer à cet égard. Peut-être est-ce la variété *elata* de Bentham, qui est signalée comme un arbre de première grandeur.

L'*E. Risdoni* est originaire de la partie méridionale de la Tasmanie, aussi est-il parfaitement rustique en Provence. Tel que nous le possédons, c'est-à-dire à l'état de simple arbrisseau, il est très digne de trouver place dans nos jardins d'agrément, pour la singularité de son feuillage, sa blancheur, ses rameaux retombants et ses ombelles de fleurs blanches. Nous ignorons encore quels autres services il peut rendre.

28. EUCALYPTUS CONCOLOR.

Schauer, in *Plant. Preiss.*, I, p. 129; Benth., *Flor. Austr.*, III, 247.

E. arborescens aut frutex magnus; cortice vetustiore in pannos caduco; ramis hornotinis acute quadrangulis imo et breviter quadrialatis; foliis in ætate primaria ovato-acutis petiolatis glaucescentibus, in ætate provectiore lanceolato-acutis subfalcatisque valde coriaceis et rigidis; umbellis axillaribus, breviter sed robuste pedunculatis, dense multifloris; floribus subssesilibus; operculo obtuso aut subacuto; fructibus ovoideo-truncatis, glomeratis, sublignosis; capsula inclusa, 3-4-loculari.

Uniforme, mais avec une différence sensible entre les feuilles du premier âge, qui sont largement ovales-aiguës, et celles de l'âge adulte plus étroitement lancéolées, coriaces, épaisses et très raides; toutes d'ailleurs tendent à placer leur limbe dans un plan oblique ou vertical. Dans nos jardins l'arbre n'a guère que 5 à 6 mètres de hauteur, sur un tronc de la grosseur de la cuisse, dont les fibres ligneuses sont plus ou moins contournées en spirale. La vieille écorce se détache en lamelles épaisses, dures, demi-ligneuses.

L'arbre fleurit dès sa troisième année, n'ayant alors que de 1 à 2 mètres de hauteur. Les ombelles, toujours axillaires, sont portées sur un pédoncule assez court, épais, aplati et élargi à sa partie supérieure; elles se composent habituellement de neuf à treize fleurs presque sessiles et formant capitule, dont les boutons, ovoïdes, quelquefois très obtus, souvent un peu aigus, sont criblés de glandes

oléo-résineuses. Leur opercule est de même longueur que le tube du calice, et les fleurs ouvertes sont d'un blanc légèrement verdâtre. Les fruits, de la grosseur d'un pois moyen, presque sphériques, un peu ligneux à la maturité, sont pressés les uns contre les autres en des sortes de glomérules, et comme ils sont nombreux sur des parties de rameaux qui ont perdu leurs feuilles ils donnent à l'arbre un aspect singulier, curieux même, mais peu ornemental. Jusqu'ici nous ne savons rien des usages auxquels il peut servir, si ce n'est comme bois à brûler; hors de là il n'a pour nous qu'un simple intérêt botanique.

g. Inflorescences en panicules ou en corymbes terminaux, par le rapprochement des ombelles 3-5-7-flores.

1. Fruits gros (volume d'une noix moyenne).

29. EUCALYPTUS CALOPHYLLA.

Rob. Br., in *Journ. of geogr. Soc.*, 1831 (sine descriptione); Schauer, *Plant. Preiss.*, I, 131; Benth., *Flor. Austr.*, III, 255. — *E. splachnicarpon* Hook. *Bot. Mag.*, n° 4036, cum icone.

E. arborea, pulchre foliosa; trunco recto, cortice demum rugoso et ut videtur persistente; foliis ovatis oblongove ovatis, acutis, supra lucidis, viridibus, nervis lateralibus tenuibus crebris approximatis parallele divergentibus; umbellis 3-7-floris, ad apices ramorum in corymbos congestis; floribus majusculis, pedicellatis, tubo calycino campaniformi valde dilatato, operculo hemisphærico-depresso obtuso aut apiculato; fructibus magnis, urceolatis et ventricosis; capsula profunde inclusa, 3-4-5-loculari.

Uniforme, c'est-à-dire à feuilles toujours alternes et pétiolées, mais celles qui suivent immédiatement les cotylédons sont souvent peltées par suite de l'insertion du pétiole à quelques millimètres au-dessus de la base du limbe, et ciliées sur leur contour, mais ces caractères disparaissent quand la plante est un peu plus avancée en âge. Sur les repousses des vieux pieds on voit ordinairement reparaître quelques feuilles peltées comme il vient d'être dit.

L'*E. calophylla* est un des plus beaux arbres du genre. Il est de grande taille, car, suivant les voyageurs et les botanistes qui l'ont observé dans son pays natal, sa tige atteindrait jusqu'à 40 mètres de

hauteur, sur 4 à 5 de circonférence à hauteur d'homme. Il est commun aux environs de King Georges'Sound, où il a été découvert par Allan Cunningham qui, le premier, l'a introduit en Europe. On en voit déjà de beaux exemplaires en Provence, qui fleurissent et fructifient (1).

Au point de vue de l'espèce, c'est, jusqu'ici, un des mieux caractérisés. On le reconnaîtra à son feuillage un peu grand, ovale ou ovale-lancéolé, luisant, sans glaucescence appréciable et d'une verdure plus ou moins foncée, rappelant assez bien celui de quelques figuiers exotiques à feuilles persistantes ou celui du laurier-cerise. On le distinguera encore mieux à ses inflorescences corymbiformes et terminales, à ses fleurs relativement grandes et un peu longuement pédicellées, à son opercule bombé et obtus ou très courtement apiculé, d'un vert très pâle ou presque blanc, enfin à son fruit oblong, de la grosseur d'une petite noix, et resserré à sa partie supérieure, ce qui lui donne la forme d'une urne ventrue. La capsule, ordinairement à trois ou quatre loges, y est profondément incluse.

Les graines de l'*E. calophylla* se font remarquer par leur grandeur insolite dans le genre. Elles sont oblongues, comprimées, presque tranchantes d'un côté, noires ou très brunes, longues de 4 à 6 millimètres. La jeune plante qui en sort est tout aussi exceptionnelle par la grandeur de ses cotylédons, arrondis, presque orbiculaires, longs et larges d'environ 2 centimètres. Les premières feuilles, ainsi que je l'ai dit plus haut, sont souvent, sinon toujours, plus ou moins peltées, et par là se rapprochent de celles des *E. citriodora*, *Planchoniana* et de quelques autres, où on observe aussi cette particularité, ordinairement passagère, et qui n'est pas non plus très constante dans une même espèce.

Ce bel Eucalyptus se recommande comme arbre d'avenue par son beau et abondant feuillage. La grande taille qu'il acquiert en peut faire aussi un arbre forestier, mais jusqu'ici nous n'avons pas de données positives sur les qualités de son bois, ni sur les usages auxquels il peut être employé.

(1) Le plus grand qui me soit connu se trouve dans le jardin de M. Mazel, au golfe Jouan; c'est un très bel arbre de 16 à 17 mètres de haut; mais je sais qu'il en existe d'autres, à peu près de même taille, dans les environs d'Hyères.

2. Fruits petits, c'est-à-dire du volume d'un grain de poivre ou d'un petit pois.

30. EUCALYPTUS POLYANTHEMA.

Schauer, in *Walp. Repert.*, II, 994; Benth., *Flor. Austr.*, III, 213; Wools, *Contrib. Flor. Austr.*, p. 236; F. Müller, *Eucalyptogr.*, III, n° 9. — Vulgo *Red box*, *Grey box*, *Bastard box*.

E. arborea, tota glaucescens aut pruinoso-candicans; cortice in arboribus adultis persistente; ramulis hornotinis teretibus, magis minusve geniculatis; foliis orbicularibus aut late ovatis, apice haud raro retusis, longiuscule petiolatis; floribus parvis, numerosissimis, in paniculas terminales digestis; alabastris ovoideis, operculo brevi conico; fructibus turbinatis, capsula profunde inclusa 3-4-loculari.

Uniforme. Dès le premier âge les feuilles sont alternes, longuement pétiolées, orbiculaires ou largement ovales, quelquefois plus larges que longues et souvent rétuses au sommet, pruineuses-blanchâtres ou du moins très glauques, et tendant à placer leur limbe dans un plan vertical ou oblique. La jeune tige, et plus tard les rameaux, toujours cylindriques et comme poudrés de blanc, s'infléchissent alternativement d'un côté et de l'autre, à l'opposite de l'insertion des feuilles, ce qui leur donne une forme un peu zig-zaguée. Ce caractère n'est pas toujours très prononcé et paraît se modifier quand l'arbre passe à l'état adulte.

L'*E. polyanthema* (ou *polyanthemos* des premiers auteurs) n'est encore dans nos jardins qu'un arbrisseau de 4 à 5 mètres, très élégant par son port qui affecte la forme pyramidale et par sa teinte glauque-blanchâtre, prononcée surtout dans ses parties supérieures. Par ses larges feuilles dressées il contraste nettement avec la plupart des autres Eucalyptus, qui les ont longues, étroites et pendantes. A ces agréments de l'ensemble s'ajoute celui d'une riche floraison en panicules blanches aux sommets des rameaux. L'espèce est donc essentiellement ornementale, et ce qui augmente encore sa valeur à ce point de vue, c'est qu'elle est relativement très rustique et qu'elle prospère même dans des terrains rocailleux et arides. On l'a vue plus d'une fois fleurir à l'air libre en Angleterre, abritée seulement par des murs et comme elle est précoce et commence à fleurir à la

taille d'un simple arbuste, elle se prête à la culture en caisses et peut être aisément abritée l'hiver dans une orangerie.

Dans nos jardins du midi méditerranéen cet arbre ne sera pas toujours aussi humble que nous le voyons aujourd'hui. Avec les années il arrivera à la taille de 20 à 30 mètres, et deviendra peut-être beaucoup plus grand, car en Australie, dans des sites, il est vrai, particulièrement favorables, on le voit s'élever à 70 et 80 mètres, et rivaliser par là avec les plus grandes espèces du genre. En conséquence, on l'y exploite comme arbre forestier. Son bois, à fibres entrelacées, devient si dur que les colons australiens le comparent à celui du buis, ce que rappellent les dénominations vulgaires citées plus haut.

En tant qu'espèce il est bien caractérisé dans nos jardins, où nous n'en possédons encore aucune autre qu'on puisse confondre avec lui : cependant il est très voisin de l'*E. populifolia* Hook., adopté par M. Ferdinand Müller comme espèce distincte, mais que M. Bentham réunit au *polyanthema*. Quoi qu'il en soit, on le reconnaîtra d'emblée à son feuillage si particulier, à sa teinte générale glauque ou blanchâtre et à sa floraison en panicules terminales qui rappellent assez bien celle des Troënes du Japon, et dont les rameaux portent de trois à sept fleurs pédicellées. A ces caractères faciles à saisir nous ajouterons que les boutons, au moment de s'ouvrir, sont ovoïdes, de la grosseur d'une graine de chènevis; que l'opercule, à peu près de même longueur que le tube du calice, est conique surbaissé ou hémisphérique apiculé; que la fleur ouverte n'a guère que 1 centimètre de largeur; enfin que le fruit est turbiné pyriforme et la capsule incluse, à trois ou quatre loges.

31. EUCALYPTUS CINEREA.

F. Müll., *Herb.*; Bentham, *Flor. Austr.*, III, 239.

E. arborea, pruinoso-candicans; cortice persistente, suberoso, irregulariter sulcato-rugoso; foliis oppositis, sessilibus subsessilibusve, ovatis, obtusis, basi cordatis; floribus ad apices ramorum in paniculas parvas congestis; alabastris subglobosis, pedicellatis; operculo breviter apiculato; fructibus globoso-truncatis; capsula vix inclusa, 3-4-loculari.

Espèce uniforme, facilement reconnaissable à ses feuilles opposées et sessiles à l'état adulte, ce qui est le caractère de l'état juvénile et transitoire de beaucoup d'espèces, ainsi que nous l'avons déjà vu. Ici

donc la forme juvénile persiste pendant toute la vie de l'arbre. Il ne serait pas impossible cependant qu'à la longue elle fît place, au moins sur quelques individus, à ce que nous appelons ailleurs la forme adulte, caractérisée par des feuilles alternes, pétiolées et plus ou moins longues, mais nous n'en avons jusqu'ici aucun exemple.

L'*E. cinerea*, ainsi nommé de la teinte cendrée-blanchâtre de ses feuilles, n'est encore, dans nos jardins de Provence, où il est d'ailleurs assez rare, qu'un faible arbrisseau de 4 à 5 mètres, presque toujours défectueux dans son port par suite d'une culture négligée, mais je l'ai trouvé beaucoup plus beau et plus grand en Algérie, à la pépinière du Hamma. Là c'est un arbre de forme pyramidale assez régulière, haut de 12 a 13 mètres, feuillu et très floribond. Son écorce, qui paraît ne jamais se détacher du tronc, est très caractéristique : elle s'épaissit en une sorte de liège que l'ongle entame facilement et qui est sillonné de crevasses plus ou moins profondes. Les branches sont menues, un peu pendantes à leurs extrémités, et les derniers rameaux sensiblement quadrangulaires. Les feuilles, longues de 3 à 4 centimètres, larges de 2 à 3, sont ovales, le plus souvent obtuses au sommet, cordiformes à la base et presque toujours régulièrement opposées. On trouve quelquefois des ombelles florales axillaires, mais elles sont le plus souvent rapprochées aux sommets des rameaux en petites panicules non feuillées, et dont les divisions portent de trois à cinq fleurs, quelquefois sept, toujours pédicellées. Les boutons sont presque sphériques, de la grosseur d'un grain de poivre, blancs pruineux, avec un opercule court et apiculé. A la maturité les capsules laissent saillir la pointe de leurs valves au-dessus du bord du tube calicinal.

Jusqu'ici cet Eucalyptus ne me paraît pas pouvoir être autre chose qu'un arbre ou un arbrisseau d'ornement. C'est un de ceux qui craignent le plus l'ombre et le voisinage d'autres arbres. Dans ces mauvaises conditions il s'étiole, devient excessivement grêle et fluet, et perd toute sa valeur décorative.

Beaucoup d'autres Eucalyptus, déjà introduits en Provence et en Algérie, principalement dans les collections de MM. d'Éprémesnil, Cordier et Trottier, sont encore à décrire, mais la plupart sont encore trop jeunes pour qu'on puisse en déterminer l'espèce avec certitude. Mieux connus, ils feront l'objet d'un nouveau mémoire.

Les Eucalyptus ne sont pas d'ailleurs les seuls arbres australiens du groupe des Myrtacées qui soient appelés à nous rendre des services. Nous en trouverons parmi les ***Angophora,*** qui ne diffèrent des

vrais Eucalyptus qu'en ce que leur corolle ne se transforme pas en opercule, parmi les *Tristania*, les *Rhodomyrtus* et quelques autres genres encore. Nous nous bornons à les signaler d'une manière générale, en attendant que leur culture dans nos parcs et nos jardins nous renseigne sur ce que nous pouvons en attendre au point de vue spécial qui nous occupe.

TABLE DES ARTICLES

CONTENUS DANS CE VOLUME.

ORGANOGRAPHIE, ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE VÉGÉTALES.

MONOGRAPHIES ET DESCRIPTIONS DE PLANTES.

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE.

TABLE DES MATIÈRES

PAR NOMS D'AUTEURS.

TABLE DES PLANCHES

CONTENUES DANS CE VOLUME.

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.

Imprimeries réunies, A, rue Mignon, 2, Paris.

